

## EXPLORANDO LA ECONOMÍA CIRCULAR EN PARQUES INDUSTRIALES: UN ENFOQUE BIBLIOMÉTRICO

### EXPLORING THE CIRCULAR ECONOMY IN INDUSTRIAL PARKS: A BIBLIOMETRIC APPROACH

 **José Pancorbo Sandoval, Ph. D.**

Universidad UTE

[jose.pancorbo@ute.edu.ec](mailto:jose.pancorbo@ute.edu.ec)

Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador

 **Rodrigo Saquicela Rojas, Mgtr.**

Universidad UTE

[rodrigo.saquicela@ute.edu.ec](mailto:rodrigo.saquicela@ute.edu.ec)

Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador

 **Juan Buenaño Macías, Est.**

Universidad UTE

[juan.buenano@ute.edu.ec](mailto:juan.buenano@ute.edu.ec)

Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador

 **Polo González Astudillo, Est.**

Universidad UTE

[polo.gonzalez@ute.edu.ec](mailto:polo.gonzalez@ute.edu.ec)

Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador

#### ARTÍCULO DE REFLEXIÓN

Recibido: 27/03/2025

Aceptado: 26/05/2025

Publicado: 30/06/2025

### RESUMEN

Este artículo ofrece un análisis detallado de la aplicación de modelos de economía circular en el desarrollo de parques industriales, basado en una revisión exhaustiva de 13 estudios relevantes. Se destaca la importancia de la simbiosis industrial, la eficiencia ecológica y la colaboración entre diversos actores. Los hallazgos sugieren que la adopción de estos modelos no solo promueve la sostenibilidad ambiental, sino que también potencia la competitividad económica. Se reflexiona sobre el papel de la economía circular como un enfoque prometedor para transformar los parques industriales en entornos más sostenibles y eficientes, para lo cual se propone el desarrollo del Modelo de Integración Multinivel para la Economía Circular en Parques Industriales (MIMECPI) a partir de la revisión de bibliografía consultada. Además, se sugieren nuevas áreas de investigación, como la integración de parques industriales en sistemas urbanos y la utilización de recursos biológicos renovables. No obstante, se identifican limitaciones en la literatura existente, como el sesgo hacia casos exitosos y la débil conexión entre teoría y práctica. Esto subraya la necesidad de investigaciones futuras que evalúen críticamente la aplicabilidad y efectividad de estos modelos en diversos contextos. El MIMECPI se estructura en tres niveles: Circulación Intra-

empresarial, que optimiza procesos y recursos; Simbiosis Inter-empresarial, que fomenta el intercambio de subproductos; e Integración Eco-territorial, que vincula el parque industrial con su entorno. Se proponen cuatro arquetipos en economía circular, cada uno con enfoques únicos.

**Palabras Clave:** economía circular, parques industriales, simbiosis industrial, sostenibilidad, competitividad económica

---

## ABSTRACT

---

This article offers a detailed analysis of the application of circular economy models in the development of industrial parks, based on a comprehensive review of 13 relevant studies. It highlights the importance of industrial symbiosis, eco-efficiency, and collaboration among various stakeholders. The findings suggest that the adoption of these models not only promotes environmental sustainability but also enhances economic competitiveness. This article reflects on the role of the circular economy as a promising approach for transforming industrial parks into more sustainable and efficient environments. To this end, the development of the Multilevel Integration Model for the Circular Economy in Industrial Parks (MIMECPI) is proposed based on a review of the literature. Furthermore, new areas of research are suggested, such as the integration of industrial parks into urban systems and the utilization of renewable biological resources. However, limitations are identified in the existing literature, such as a bias toward success stories and a weak connection between theory and practice. This underscores the need for future research that critically evaluates the applicability and effectiveness of these models in diverse contexts.

**Keywords:** circular economy, industrial parks, industrial symbiosis, sustainability, economic competitiveness

## INTRODUCCIÓN

La economía circular ha emergido como un modelo transformador para enfrentar los retos ambientales actuales, presentando una alternativa viable frente al tradicional modelo lineal de producción y consumo. Por ejemplo, al considerar un parque industrial que reutiliza sus residuos a través de un sistema de simbiosis industrial, no solo se reducen costos operativos, sino que también se crea un entorno más sostenible que podría servir como modelo para otros sectores. Este artículo se centra en la identificación de tendencias en la aplicación de modelos de economía circular en el desarrollo de parques industriales. En investigaciones anteriores, como la realizada por Pancorbo et al. (2024), se examinan las principales dificultades que enfrentan las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) en América Latina al adoptar modelos

---

de economía circular. Se señala que, a pesar de los beneficios potenciales que la economía circular puede ofrecer para el desarrollo sostenible, numerosas MIPYMES se topan con obstáculos considerables.

El objetivo principal de esta investigación es analizar las tendencias y patrones emergentes en la implementación de modelos de economía circular en parques industriales durante el período 2020-2024, evaluando sus impactos en la sostenibilidad ambiental y la competitividad económica mediante indicadores cuantitativos y cualitativos específicos. Se examinan 13 estudios recientes que investigan esta problemática, resaltando aspectos como la importancia de la simbiosis industrial, la eficiencia ecológica y la colaboración entre distintos actores, lo que destaca el enfoque holístico necesario en la transición hacia un modelo circular.

El marco teórico actual indica que la economía circular aún enfrenta desafíos significativos en su adopción, a menudo limitando su implementación a iniciativas aisladas sin una integración sistémica. Se resumen las contribuciones de estudios y autores previos, evidenciando cómo estas investigaciones han sentado las bases para entender el impacto de la economía circular en el desarrollo industrial.

La justificación del trabajo radica en la necesidad urgente de abordar las crisis ambiental y económica mediante prácticas más sostenibles, logrando así un equilibrio entre competitividad y responsabilidad ecológica. Los objetivos específicos incluyen identificar las barreras y oportunidades para la implementación de modelos de economía circular en el contexto industrial. Se plantea la hipótesis de que la adopción de modelos circulares puede incrementar significativamente tanto la sostenibilidad ambiental como la competitividad económica de los parques industriales.

En resumen, este estudio se propone, desde una perspectiva amplia, contribuir a la comprensión y necesidad de aplicar modelos de economía circular en parques industriales, ofreciendo un análisis diacrónico y sincrónico que permita identificar tendencias y guiar futuras investigaciones en el escenario económico y social.

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

La economía circular en parques industriales representa un enfoque innovador y fundamental para optimizar las relaciones comerciales y productivas en un contexto internacional. Investigaciones recientes, como la de Iglesias Piña (2019), Da Silva et al. (2023) y Sánchez et al. (2024), han señalado que la simbiosis industrial, la eficiencia ecológica y la colaboración son elementos críticos en la implementación de esta economía circular, los cuales permiten la

reducción de costos operativos y minimizan los residuos en las cadenas de valor globales. Este enfoque no solo mejora la sostenibilidad ambiental, sino que también fomenta la generación de nuevas oportunidades en mercados internacionales de materiales reciclados, como lo indican Zisopoulos et al. (2018).

Sin embargo, a pesar de estos novedosos enfoques, persisten desacuerdos que dificultan llegar a un consenso en la literatura. Mientras que varios estudios evidencian las ventajas competitivas de adoptar prácticas sostenibles, como el cumplimiento anticipado de regulaciones ambientales internacionales (Banco Mundial, 2022), hay desacuerdos sobre la efectividad y la aplicación práctica de modelos de economía circular en diferentes contextos. Por ejemplo, algunos autores destacan un enfoque predominante en casos de éxito, lo que genera un sesgo en la evaluación de los modelos implementados (Argüelles, 2023).

La investigación de la AMPIP (2023) subraya la creciente relevancia de los parques industriales en la atracción de inversiones y generación de empleo, validando el potencial de estos espacios para convertirse en catalizadores de desarrollo sostenible. A pesar de las percepciones positivas, es necesario abordar las limitaciones en la transferencia de tecnología y las redes de colaboración, como apunta Argüelles (2023). Esto subraya la importancia de explorar las dinámicas de cooperación internacional y el establecimiento de estándares comunes en la economía circular, que son necesarios para el fortalecimiento de ideas y prácticas en este campo.

Un caso interesante, es la transformación hacia Eco-Parques Industriales (EIPs) en China (Sánchez et al., 2024), lo cual representa un enfoque integral alineado con los principios de la economía circular, donde el país está adaptando sus parques industriales y zonas tecnológicas para fomentar redes de simbiosis industrial, maximizando la eficiencia económica y minimizando el impacto ambiental. Se destaca la importancia de reducir el consumo de recursos y las emisiones mediante la optimización de procesos de producción, implementar estrategias de reducción en el uso de agua, energía y materias primas; un análisis de eficiencia ecológica en parques industriales como el Hangzhou Gulf Fine Chemical Industrial Park, reveló que el 60.5% de las empresas evaluadas eran ecológicamente eficientes, aunque se identificaron problemas técnicos y de escala en las empresas ineficientes que requieren optimización.

Además, se propicia la reutilización de materiales facilitando sinergias entre empresas y se implementan sistemas de reciclaje para evitar que materiales terminen en vertederos; los diseños de los parques industriales buscan imitar la eficiencia de los ecosistemas naturales, donde los desechos se convierten en insumos, mientras que la economía circular se considera una ventaja

competitiva al impulsar prácticas innovadoras que llevan a empresas más eficientes y sostenibles. China también intenta vincular rápidamente su estrategia de desarrollo comprimido con conceptos de ecología industrial, priorizando la planificación de los EIPs que minimizan el impacto ambiental y crean zonas verdes, promoviendo la conservación de recursos y la reducción de la contaminación a través de industrias específicas como el reciclaje de cobre y aluminio.

Se plantea además un EIP virtual que minimiza la contaminación industrial mediante la reutilización de subproductos y el reciclaje, destacando la colaboración entre industrias como esencial para el éxito del modelo. Finalmente, se propone un modelo de anclaje de empresas en el que una empresa principal actúa como núcleo del EIP, generando subproductos que alimentan una red industrial, creando así un ciclo, esto último ya había sido mencionado por Reike et al., en el 2018.

En el artículo titulado "Research on Factors Impact on Circular Economy Application and Sustainable Performance: Manufacturing Enterprises in Industrial Zones" (2025) se presentan los factores que influyen en la aplicación de la economía circular (EC) y su impacto en el rendimiento sostenible de las empresas manufactureras en zonas industriales de Ninh Binh, Vietnam. Se identificaron seis factores clave que impactan la aplicación de la economía circular: apoyo gubernamental, liderazgo, innovación, capacidad tecnológica, capacidad financiera y presión de los clientes. La investigación se apoya en la teoría de capacidades dinámicas, la cual resalta la habilidad de una empresa para adaptarse y transformarse en un entorno cambiante y competitivo. Esto es crucial para la implementación efectiva de prácticas de economía circular. La interrelación entre la economía circular y el rendimiento sostenible se presenta como un camino prometedor para el desarrollo económico y la mitigación de problemas ambientales.

Este análisis destaca la relevancia del estudio en el contexto de las nuevas tendencias hacia la sostenibilidad y el desarrollo industrial responsable, posicionando a Vietnam como un caso de estudio relevante en la aplicación de la economía circular en países en vías de desarrollo.

El presente estudio pretende colaborar en cerrar la brecha en el conocimiento al investigar cómo la implementación de modelos de economía circular puede transformarse en un motor de innovación y desarrollo tecnológico en parques industriales de América Latina, un área que ha recibido menos atención en la literatura existente. A través de un análisis crítico de fuentes disponibles, esta investigación contribuye a una comprensión más profunda de las implicaciones de la economía circular para los negocios internacionales, justificando así su relevancia en el contexto actual de desarrollo sostenible y prácticas comerciales.

Autores como Dinh et al. (2023), Wang et al. (2023) y Dinh et al. (2025) identifican seis factores con impacto positivo: apoyo gubernamental, liderazgo, innovación, capacidad tecnológica, capacidad financiera y presión de los clientes. Además, se confirmó que la aplicación de la economía circular tiene un impacto positivo en el desempeño sostenible. Los resultados buscan orientar a legisladores y gobierno para desarrollar soluciones que faciliten la implementación exitosa de la economía circular vinculada al desarrollo sostenible empresarial.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio parte de una revisión sistemática con análisis bibliométrico para investigar las tendencias en la implementación de modelos de economía circular en parques industriales. La metodología se estructura en tres fases interrelacionadas:

### Fase 1: Búsqueda Sistemática

Se utilizó Scopus como base de datos principal, aplicando la ecuación de búsqueda: "TITLE-ABS-KEY (circular AND economy AND models) AND TITLE-ABS-KEY (development AND industrial AND parks)". Esta búsqueda generó un corpus de 97 documentos publicados entre 2006-2025, con criterios específicos de inclusión para asegurar relevancia temática.

### Fase 2: Análisis Bibliométrico

El corpus documental fue analizado mediante el paquete bibliometrix en R (Aria y Cuccurullo, 2017), evaluando indicadores como evolución temporal de publicaciones, redes de colaboración, y análisis de co-ocurrencia de términos. Se emplearon visualizaciones complementarias: nubes de palabras para frecuencia de términos y treemaps para jerarquización temática.

### Fase 3: Análisis Cualitativo

Se seleccionaron estratégicamente 13 artículos para análisis en profundidad, aplicando criterios múltiples: relevancia temática, diversidad geográfica, impacto científico y aplicabilidad práctica. Estos artículos fueron sometidos a un análisis temático estructurado que identificó modelos específicos, factores facilitadores, barreras y resultados de implementación.

La integración metodológica entre el componente cuantitativo (bibliometría) y cualitativo (análisis temático) permite una comprensión holística del campo, combinando la visión panorámica bibliométrica con la profundidad analítica de la revisión sistemática cualitativa. Esta metodología puede expresarse mediante la fórmula:

$$\begin{aligned} M &= \alpha \cdot B(D_{97}) + \beta \cdot A(S_{13}) + \gamma \cdot I \\ &= \alpha \cdot B(D_{\{97\}}) + \beta \cdot A(S_{\{13\}}) + \gamma \cdot I \end{aligned}$$

Donde:

- $M$  representa la metodología completa
- $B(D_{97})$  es el análisis bibliométrico cuantitativo de 97 documentos
- $A(S_{13})$  es el análisis cualitativo de 13 artículos seleccionados
- $I$  representa la integración de ambos análisis
- $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  son coeficientes de ponderación

El proceso sigue un flujo lógico: Corpus97 → Análisis Bibliométrico → Selección13 → Análisis Cualitativo → Integración → ResultadosCorpus\_{97} → Análisis Bibliométrico → Selección\_{13} → Análisis Cualitativo → Integración → ResultadosCorpus97 → Análisis Bibliométrico → Selección13 → AnálisisCualitativo → Integración → Resultados

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

A partir del filtrado realizado se seleccionan, considerando el procedimiento ya expuesto anteriormente, a los trece (13) siguientes artículos científicos desde el 2016 al 2025.

**Tabla 1**

*Análisis cualitativo de artículos científicos seleccionados*

Modelo de Economía Circular	Autoría	Año	Resumen
Eficiencia Ecológica	Zhang, B.; Bi, J.; Huang, H.-P.; Liu, B.-B.; Yuan, J.	2008	Un estudio de 43 empresas químicas en un parque industrial chino reveló que el 39.5% operan de manera ecológicamente ineficiente. La investigación recomienda adoptar modelos de economía circular para optimizar el uso de recursos, reducir la contaminación y lograr beneficios económicos y ambientales simultáneos.
Transformación Industrial y Reforma	Wang, M.	2010	China está transformando sus zonas industriales en <i>Eco-Parques</i> mediante economía circular, creando simbiosis empresarial y optimización de recursos. Utilizan tecnologías avanzadas y sistemas de evaluación para medir el desempeño económico-ambiental, buscando una modernización ecológica sostenible a largo plazo.
Economía Circular basada en Eco-Industrial (EIP)	Mathews, J.A.; Tang, Y.; Tan, H.	2011	La ecología industrial en China genera ventajas competitivas al reducir el impacto ambiental y aumentar la eficiencia. Su desarrollo acelerado permite implementar innovaciones rápidamente, sin las limitaciones de infraestructuras obsoletas que restringen a países desarrollados, creando una ventaja estratégica en sostenibilidad industrial.

<b>Modelo de Economía Circular</b>	<b>Autoría</b>	<b>Año</b>	<b>Resumen</b>
Diseño de Parques Industriales Circulares	Xu, F.	2012	El parque industrial aplica economía circular mediante una estrategia que equilibra beneficios económicos y ambientales. Su diseño se basa en principios de integración sistémica, creando una red interna optimizada donde materiales, energía e información fluyen circularmente entre empresas, conformando un eco-parque industrial eficiente y tecnológicamente avanzado.
Parque Eco-Industrial (EIP)	Madanhire, I.; Mbohwa, C.	2016	El estudio propone un Parque Eco-Industrial virtual en Harare que aplica principios de economía circular. En este parque, los residuos industriales como carbón, hierro y plástico se convierten en insumos para otras empresas. Por ejemplo, se sugiere utilizar cenizas volantes en la industria cementera, optimizando recursos y disminuyendo el impacto ambiental.
Simbiosis Industrial	Mulrow, J.S.; Derrible, S.; Ashton, W.S.; Chopra, S.S	2017	Los modelos de economía circular aplicados en parques industriales se dividen en tres categorías. Los Distritos de Simbiosis Industrial (Bottom-Up) fomentan la colaboración voluntaria entre empresas para el intercambio de subproductos. En contraste, los Parques Eco-Industriales (Top-Down) son diseñados desde su planificación con infraestructuras que facilitan este intercambio. Por último, las Redes de Simbiosis Industrial (Relacional) actúan como plataformas que conectan la oferta y demanda de recursos entre empresas, optimizando el uso de materiales y reduciendo residuos.
	Scafà, M.; Marconi, M.; Germani, M	2018	La economía circular industrial se implementa mediante tres modelos: Distritos de Simbiosis (colaboraciones espontáneas entre empresas), Parques Eco-Industriales (diseñados con infraestructura para compartir recursos) y Redes de Simbiosis (plataformas que conectan oferta y demanda de recursos entre compañías).
Simbiosis Industrial a Escala de Instalaciones	Wang, N.; Guo, J.; Zhang, X.; Zhang, J.; Li, Z.; Meng, F.; Zhang, B.; Ren, X.	2020	El estudio propone un modelo de Simbiosis Industrial a Escala de Instalaciones (Facility-IS) basado en tres estructuras organizativas: fabricante ancla, organizador de proyectos e incubadora de negocios. Los beneficios del modelo incluyen reducción de residuos, ahorro de costos, innovación colaborativa y menor impacto ambiental, evidenciados en casos como Method Soap Factory y The Plant en Chicago.
Parque Eco-Industrial	Saha, I.; Smirnova, T.S.; Maryev, V.A.	2021	El proyecto EIP en Voronezh evalúa la gestión de residuos en el clúster Voronezhsky, que genera el 66% del total regional. Identifica flujos reciclables clave y propone un complejo de compostaje como instalación central en los distritos de Semiluksky y Rossoshansky. Además, establece indicadores



Modelo de Economía Circular	Autoría	Año	Resumen
Transformación Circular en Parques Industriales	Lyu, Y., Liu, Y., Guo, Y., Sang, J., Tian, J., Chen, L.	2022	económicos, ambientales y sociales para medir el rendimiento del sistema. El estudio evaluó 20 parques industriales en China utilizando el modelo DEARA para medir la eficiencia circular. Los resultados revelaron variaciones significativas (0.112-1.030), destacando al PIB y las industrias químicas como impulsores clave. Los parques más eficientes implementaron proyectos de reutilización de residuos y redes de simbiosis industrial.
Economía Circular	Kowalski, Z., Kulczycka, J., Makara, A., Mondello, G., Salomone, R.	2023	El Parque Eco-Industrial de Śmiłowo optimiza la producción cárnica mediante simbiosis industrial, intercambiando materiales y energía. Utiliza tecnologías como la incineración de harina de carne, generando 460,000 GJ de energía anuales. Este enfoque ha generado más de 520 millones de euros en ganancias, reducido residuos y creado empleo en una zona con alto desempleo.
Simbiosis Industrial en Parques Agroindustriales	Laili, N.; Djatna, T.; Indrasti, N.S.; Yani, M.	2024	El estudio analiza un Parque Eco-Industrial para el procesamiento del café, donde los residuos se convierten en recursos para otros. Utilizando un modelo de Programación Lineal Entera Mixta (MILP), se optimizó el intercambio de materiales, logrando valorizar el 72.3% de la pulpa y el 68.5% de los pozos en productos como enzimas y protectores UV. Aunque incluye una plataforma "Data Store" para mejorar la transparencia, enfrenta desafíos en inversión tecnológica y confianza entre participantes.
Parques Eco-Industriales Nacionales	Putra, A.S.; Dong, L.; Park, Y.; Park, H.-S.	2025	China ha establecido parques eco-industriales con infraestructura centralizada y políticas de economía circular, reduciendo emisiones y optimizando recursos. Japón ha desarrollado programas Eco-Town centrados en la minimización de residuos y tecnologías de reciclaje avanzadas. Corea del Sur se ha destacado en redes de simbiosis industrial que facilitan el intercambio de recursos. Los factores comunes de éxito incluyen la integración en políticas nacionales, la colaboración público-privada y la inversión en innovación tecnológica.

*Nota.* Elaboración Propia

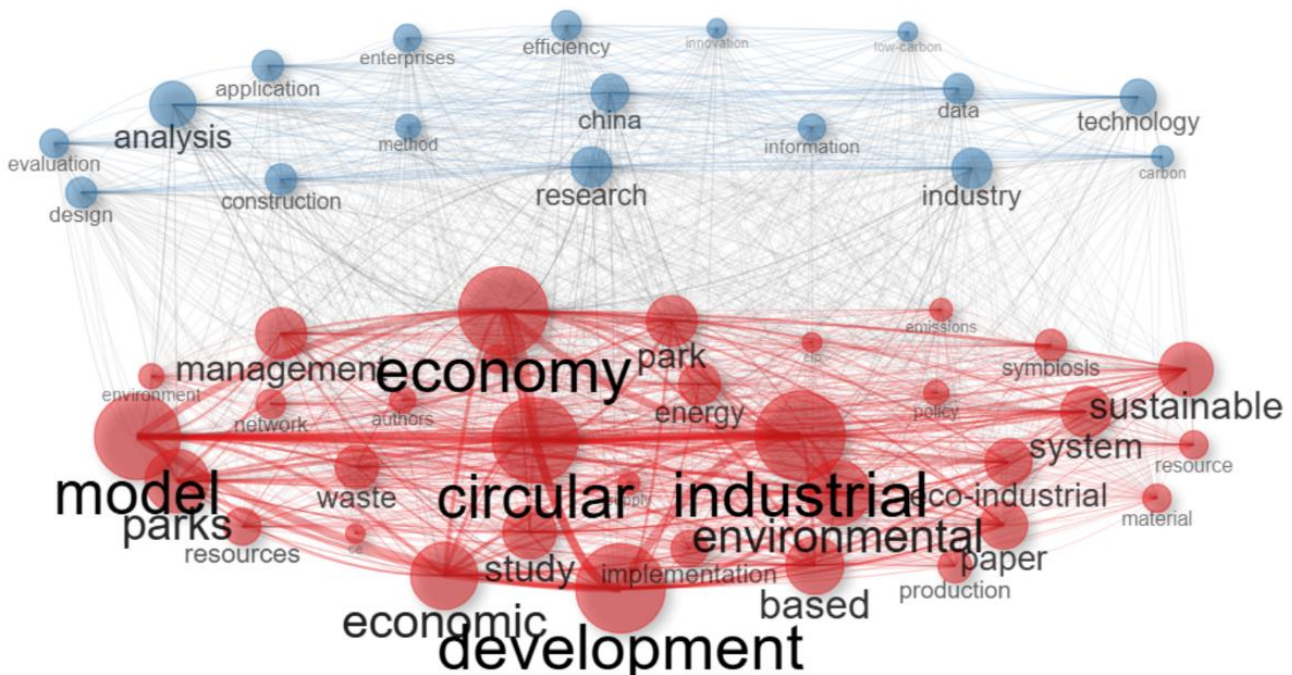
Los estudios analizados revelan varias tendencias interesantes en la aplicación de modelos de economía circular en parques industriales:

1. Eficiencia Ecológica: Un estudio en el Parque Industrial Químico del Golfo de Hangzhou, China, demostró la eficacia de un modelo de eficiencia ecológica que integra la producción de productos de alta calidad mediante la optimización en el uso de recursos.
2. Transformación a Eco-Parques Industriales (EIPs): La transformación de zonas económicas en EIPs ha permitido maximizar beneficios económicos mientras se minimiza el impacto ambiental.
3. Simbiosis Industrial: La creación de redes de sinergias entre empresas ha resultado en la reutilización de residuos, donde los desechos de una empresa se convierten en insumos para otra.
4. Tecnologías Innovadoras: La implementación de tecnologías avanzadas ha facilitado la evaluación y optimización de procesos en los parques industriales (Wang et al., 2023).

Al aplicar la técnica de: Nube de palabras, es interesante los resultados que se muestran.

**Figura 1**

*Nube de palabras*



*Nota.* Elaboración propia

Esta figura muestra un gráfico de red (o grafo) que representa relaciones entre conceptos relacionados con la economía circular y el desarrollo sostenible. El gráfico está dividido en dos grupos claramente distinguibles por colores:

1. Grupo rojo (parte inferior): Concentra los términos más prominentes relacionados con economía circular y sostenibilidad. Los nodos más grandes incluyen: "development" (desarrollo), "circular" (circular), "economy" (economía), "industrial" (industrial), "model" (modelo), "environmental" (ambiental), "sustainable" (sostenible). La estructura de la red evidencia una clara dicotomía entre los marcos conceptuales (grupo rojo) y las herramientas de implementación (grupo azul), lo cual coincide con críticas recientes sobre la brecha existente entre teoría y práctica en la economía circular. En este sentido, Uwuigbe et al. (2025) destacan que la investigación en economía circular en economías emergentes revela una separación similar: por un lado, los marcos conceptuales orientados a la sostenibilidad y los objetivos ambientales; por otro, las herramientas prácticas como la tecnología y los modelos de negocio.

Asimismo, Kirchherr et al. (2018) señalan que la economía circular enfrenta una brecha crítica entre su marco teórico y su implementación práctica, evidenciada por barreras culturales, tales como la falta de interés de los consumidores y la resistencia empresarial, que persisten incluso en regiones con políticas avanzadas como la Unión Europea. Esta dicotomía pone de manifiesto que el concepto de economía circular sigue siendo, en gran medida, un tema restringido a un nicho de expertos en sostenibilidad.

La literatura, como la de Kirchherr et al. (2018), documenta claramente esta brecha entre teoría y práctica. A pesar de contar con marcos teóricos sólidos, la aplicación efectiva de estos conceptos enfrenta múltiples obstáculos, lo que sugiere que las soluciones propuestas no se traducen fácilmente en acciones concretas. Esta desconexión subraya la necesidad de adoptar un enfoque más empírico y adaptado a las realidades del mercado, con el fin de facilitar la transición hacia modelos económicos verdaderamente sostenibles.

2. Grupo azul (parte superior): Contiene conceptos más relacionados con industria y tecnología, como: "industry" (industria), "technology" (tecnología), "application" (aplicación), "research" (investigación), "analysis" (análisis), "data" (datos). Si bien la gestión de residuos ("waste") emerge como un eje central; reflejando su prioridad en políticas públicas; la menor integración de conceptos como "design" o "innovation" sugiere que los enfoques preventivos (economía de servicios) aún no ocupan un lugar protagónico. Como señala Jindal et al. (2025), aunque la investigación en emprendimiento sostenible ha avanzado en dimensiones económicas y ambientales, persiste una brecha en la integración de enfoques preventivos, como el eco-diseño o la innovación sistémica, lo que refleja la predominancia de soluciones reactivas como la gestión de residuos.

Como revelan Kirchherr et al. (2018) y Uwuigbe et al. (2025), la predominancia de la gestión de residuos sobre enfoques preventivos responde a barreras estructurales: (1) la inercia de un sistema lineal que privilegia soluciones reactivas ante presiones regulatorias; (2) los bajos precios de materiales vírgenes que desincentivan inversiones en eco-diseño; y (3) la falta de políticas integradas que fomenten modelos preventivos (ej. economía de servicios). Esta brecha persiste incluso en contextos con marcos avanzados de economía circular, donde la innovación sistémica sigue siendo marginal (Jindal et al., 2025).

Las líneas entre los nodos representan conexiones o co-ocurrencias entre estos conceptos, siendo las líneas más gruesas indicadoras de conexiones más fuertes. Por ejemplo, hay conexiones fuertes entre "circular" y "economy" (economía circular) y entre "development" y otros conceptos de sostenibilidad. Este tipo de visualización se deriva del análisis bibliométrico o de coocurrencia de términos en publicaciones científicas sobre economía circular y desarrollo sostenible, mostrando cómo estos conceptos se relacionan entre sí en la literatura académica.

**Tabla 2**

*Análisis de grupos*

<b>Grupo</b>	<b>Conceptos principales</b>	<b>Conexiones destacadas</b>	<b>Posible temática</b>
Rojo (inferior)	Development (desarrollo). Circular (circular). Economy (economía). Industrial (industrial). Model (modelo). Environmental (ambiental). Sustainable (sostenible). Waste (residuos). Eco-industria. System (sistema).	Fuerte conexión entre "circular" y "economy". Múltiples conexiones entre "development" y conceptos sostenibles. Conexiones densas entre "model", "industrial" y "park".	Economía circular. Desarrollo sostenible. Gestión ambiental Parques eco-industriales.
Azul (superior)	Industry (industria). Technology (tecnología). Research (investigación). Analysis (análisis). Data (datos). Innovation (innovación). Design (diseño). Construction (construcción). Application (aplicación).	Conexiones entre "industry" y "technology". Vínculos entre "research" y "analysis". Interconexiones con conceptos del grupo rojo.	Aspectos técnicos y metodológicos. Investigación industrial. Aplicaciones tecnológicas. Análisis de datos.

*Nota.* Elaboración propia

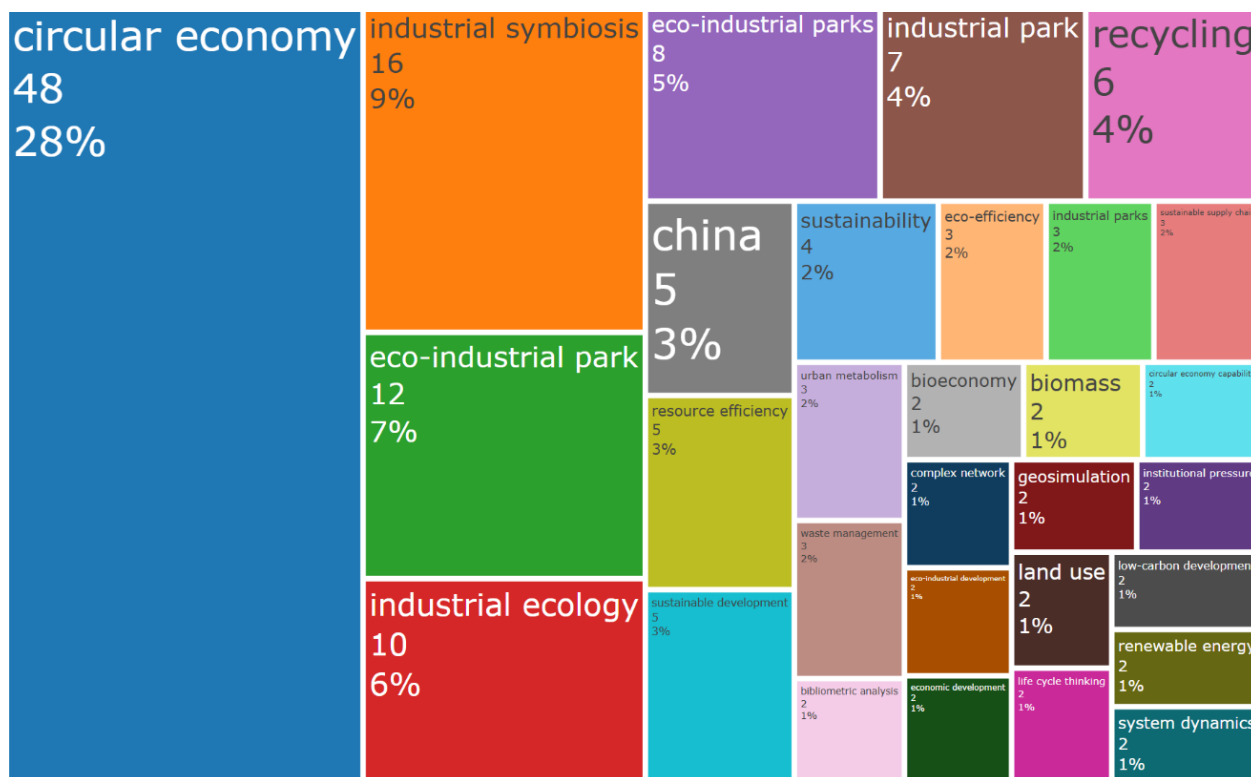
El gráfico representa la evolución y estructura actual del campo de conocimiento relacionado con la economía circular y el desarrollo sostenible industrial. Podemos extraer las siguientes conclusiones:

1. Existe una clara diferenciación entre dos dominios de conocimiento: uno enfocado en conceptos económico-ambientales (grupo rojo) y otro en aspectos técnico-industriales (grupo azul).
2. La economía circular se posiciona como concepto central, fuertemente conectado con desarrollo sostenible, gestión ambiental y modelos industriales renovados.
3. Los parques eco-industriales aparecen como una aplicación práctica importante de estos conceptos teóricos.
4. Hay un puente emergente entre la sostenibilidad ambiental y la innovación tecnológica, aunque todavía con conexiones más débiles entre ambos dominios.
5. La gestión de residuos ("waste") juega un papel significativo en la implementación de modelos circulares.
6. China aparece como un nodo relevante, sugiriendo su importancia en la investigación o implementación de estos conceptos.
7. La densidad de conexiones en el grupo rojo indica que la economía circular ya cuenta con un marco conceptual bien establecido y cohesionado.

Esta visualización sugiere que el campo está madurando hacia un modelo integrado donde los aspectos ambientales, económicos y tecnológicos de la sostenibilidad industrial están convergiendo, aunque aún mantienen sus propias áreas de especialización y desarrollo. Ambas imágenes presentan resultados complementarios del análisis bibliométrico sobre economía circular y parques industriales, pero utilizan diferentes técnicas de visualización para mostrar los conceptos clave.

**Figura 2**

De árbol (Treemap)



Nota. Elaboración propia

En la Figura 2 se utiliza un treemap para cuantificar y jerarquizar los temas más relevantes:

- "Circular economy" domina claramente con 48 ocurrencias (28% del total).
- "Industrial symbiosis" aparece como el segundo tema más relevante con 16 ocurrencias (9%).
- "Eco-industrial park" representa 12 ocurrencias (7%).
- "Industrial ecology" tiene 10 ocurrencias (6%).
- Conceptos como "China", "resource efficiency" y "sustainable development" tienen menor presencia, pero constituyen temas relevantes.
- La primera imagen muestra una nube de palabras que representa la frecuencia de términos clave en la literatura analizada. Los términos más prominentes son:
  - "Supply chain management" (gestión de cadena de suministro) aparece con gran tamaño, indicando su importancia central.
  - "Complexity volume issue" y "Volume issue june" sugieren la existencia de publicaciones especiales dedicadas al tema.

- "Circular economy park" y "Sustainable supply chain" destacan como conceptos fundamentales.
- "Eco-industrial park" y sus variantes (EIP, design) aparecen en tamaño medio, mostrando su relevancia en el campo.
- Se observan referencias geográficas como "Tianshan mountain" y "Switzerland", indicando focos regionales de investigación.

### **Análisis Cruzado de Ambos Métodos**

Al integrar la información de ambas visualizaciones, se puede extraer las siguientes conclusiones:

1. Dominancia conceptual: La economía circular es indiscutiblemente el marco teórico dominante, representando más de un cuarto de toda la literatura analizada.
2. Implementación práctica: La simbiosis industrial emerge como el mecanismo práctico más investigado para implementar la economía circular en parques industriales, seguido por el concepto de eco-parques industriales.
3. Enfoque en gestión: La nube de palabras revela que la gestión de la cadena de suministro es un aspecto operativo fundamental, aunque esto no se refleja con la misma intensidad en el treemap.
4. Dimensión geográfica: China aparece como un actor clave en ambas visualizaciones, lo que sugiere su liderazgo en la investigación e implementación de estos conceptos.
5. Conceptos emergentes: Temas como "urban metabolism", "bioeconomy" y "recycling" aparecen con menor frecuencia, pero representan áreas emergentes de investigación que están ganando relevancia.
6. Indicadores de éxito: El "evaluation index system" y "data envelopment analysis" en la nube de palabras sugieren un interés por medir y evaluar el desempeño de los modelos de economía circular.
7. Sostenibilidad integral: La presencia de términos como "low carbon economy", "carbon emission reduction" y "land utilization efficiency" indica un enfoque holístico que integra múltiples dimensiones de la sostenibilidad.

Estas visualizaciones confirman que la economía circular se está posicionando como el paradigma dominante para el desarrollo sostenible en parques industriales, con un fuerte énfasis en la simbiosis industrial y la gestión eficiente de recursos y cadenas de suministro.

La hegemonía de “economía circular” contrasta con su implementación fragmentada en la práctica, donde conceptos como “simbiosis industrial”; con solo 9% de ocurrencias; son los que materializan realmente sus principios. El análisis de Arias et al. (2025) expone esta brecha: mientras el 62% de los estudios priorizan la recuperación energética de residuos (digestión anaerobia, incineración) —una solución de bajo valor añadido y escasa integración sistémica—, solo el 29% exploran la obtención de bioproductos avanzados (compuestos bioactivos, biopolímeros), clave para cerrar ciclos materiales.

Esto refleja un sesgo académico hacia métricas ambientales discretas, ignorando la complejidad de las cadenas de valor reales. Grimm et al. (2025) destacan que, a pesar de los beneficios documentados de la simbiosis industrial, su adopción sigue siendo limitada debido a barreras tecnológicas, organizacionales, sociales y económicas. Esto respalda la idea de que conceptos como la simbiosis industrial, aunque menos mencionados en la literatura, son cruciales para materializar los principios de la economía circular en la práctica.

La relevancia de “simbiosis industrial” y “eco-parques” (16% y 7% respectivamente) frente a la escasez de términos como “diseño regenerativo” revela un sesgo hacia soluciones de eficiencia operativa, no hacia la redefinición de sistemas productivos. Además, el liderazgo de China en las publicaciones plantea preguntas sobre la viabilidad de estos modelos en economías con marcos regulatorios menos intervencionistas. Este enfoque en la eficiencia operativa, aunque valioso, contrasta con las advertencias de Van Opstal et al. (2025) sobre la necesidad de modelos de gobernanza cooperativa y participación comunitaria para internalizar externalidades y superar barreras regulatorias, lo que sugiere que la simbiosis industrial y los eco-parques; por sí solos; pueden perpetuar una transición circular tecnocrática y centralizada, replicando dinámicas de dependencia en lugar de empoderar a las comunidades locales en la redefinición de sus sistemas energéticos y productivos.

La disonancia entre la prominencia de “gestión de cadena de suministro” en la nube de palabras y su baja representación en el treemap sugiere que la investigación está fragmentada: los estudios teóricos (treemap) no dialogan con los desafíos operativos (nube). Además, la invisibilidad de actores no corporativos (comunidades locales) en ambos métodos expone una limitación crítica para lograr una circularidad inclusiva. Esto indica que, aunque los desafíos operativos relacionados con la logística, coordinación y flujo de materiales son reconocidos en la práctica, estos aspectos no encuentran un reflejo adecuado en los marcos teóricos predominantes. Arya y Shukla (2025) profundizan en esta crítica al demostrar cómo los modelos centralizados de gestión; dominados por lógicas corporativas y tecnocráticas; ignoran



sistemáticamente a los actores no institucionales (como recicladores informales o comunidades rurales), perpetuando así un colonialismo circular donde las soluciones globales son impuestas sin dialogar con las realidades locales.

## **DISCUSIÓN**

Los resultados del análisis bibliométrico sobre la economía circular en parques industriales revelan varios aspectos significativos que destacan la consolidación de este modelo como paradigma de sostenibilidad industrial. La dominancia conceptual de la economía circular, que representa el 28% de la literatura analizada, confirma que este enfoque ha superado la fase inicial de emergencia y se ha establecido sólidamente en el ámbito académico y profesional. Sin embargo, este hallazgo también suscita interrogantes sobre la autenticidad de su implementación; es vital discernir entre el uso genuino de la economía circular y su posible adopción como un término de moda, carente de cambios estructurales profundos.

### **Interpretación y Explicación**

La prominencia de la simbiosis industrial y los eco-parques industriales como mecanismos prácticos para aplicar la economía circular indica un avance desde el marco teórico hacia la práctica. No obstante, la separación entre el grupo conceptual (rojo) y el técnico-industrial (azul) en el análisis de redes subraya una persistente brecha entre la teoría y la práctica. Esto podría explicar por qué algunas iniciativas de economía circular no logran alcanzar su potencial completo. La aparición de puentes emergentes entre la sostenibilidad ambiental y la innovación tecnológica sugiere que la integración de estos dominios aún está en desarrollo, lo que ofrece oportunidades y desafíos para el futuro.

### **Liderazgo y Distribución Geográfica**

El notable papel de China en la investigación e implementación de prácticas de economía circular en parques industriales resalta su posición de liderazgo global. Esto se puede atribuir a la presión ambiental provocada por su rápida industrialización, políticas gubernamentales proactivas e inversiones significativas en infraestructura. Sin embargo, la concentración geográfica que caracteriza esta actividad plantea interrogantes sobre la transferibilidad de estos modelos a contextos distintos, particularmente en economías en desarrollo que pueden carecer de recursos o regulaciones adecuadas.

## **Gestión de la Cadena de Suministro y Enfoque Integral**

La centralidad de la gestión de la cadena de suministro como un elemento operativo crítico indica que la efectiva aplicación de la economía circular requiere una visión holística que abarque toda la cadena de valor. Esto implica superar desafíos significativos relacionados con la coordinación y la colaboración entre múltiples actores. Además, la identificación de términos relacionados con diversas dimensiones de sostenibilidad sugiere una evolución hacia un enfoque más integral, alejándose de un enfoque centrado en la gestión de residuos hacia una visión que comprende las emisiones de carbono y el uso del suelo.

## **Interés en Medición y Evaluación**

El creciente interés en desarrollar métricas robustas, evidenciado por la aparición de términos como "sistema de índices de evaluación" y "análisis envolvente de datos", resalta la necesidad de validación empírica para las iniciativas de economía circular. Este enfoque es fundamental para justificar futuras inversiones y para guiar políticas públicas basadas en evidencia.

## **Tecnologías Emergentes y Áreas de Investigación**

La implementación de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial y el blockchain, surge como un facilitador clave en la transición hacia modelos circulares. Este desarrollo invita a la exploración del rol de estas herramientas en la optimización de procesos y la eficiencia en el intercambio de recursos. Asimismo, la identificación de áreas emergentes de investigación, como el metabolismo urbano y la bioeconomía, indica direcciones prometedoras que pueden expandir el ámbito de estudio y su aplicación práctica en parques industriales.

Como se evidencia en la Figura 1, la prominencia de China en la red puede atribuirse a su liderazgo en la implementación de políticas de economía circular a escala industrial, como es el caso de los parques eco-industriales chinos, que constituyen ejemplos concretos de esta estrategia. Este enfoque práctico contrasta con la menor representación de otras regiones, donde la economía circular se aborda principalmente desde una perspectiva teórica. Por otro lado, la débil conexión observada entre los conceptos de "technology" y "sustainable" evidencia la necesidad de fomentar una investigación más interdisciplinaria que integre la innovación tecnológica con criterios ambientales de manera efectiva. Asimismo, la centralidad del término "waste" refleja que, aunque la economía circular se asocia mayoritariamente con el reciclaje, resulta fundamental avanzar hacia estrategias preventivas, como el eco-diseño y la reutilización, que aún están poco desarrolladas y representadas en la literatura científica.

Considerando que, a diferencia de los modelos asiáticos y europeos analizados, la realidad de América Latina de tener problemas de aprovechamiento y/ o existencia de capacidades tecnológica, institucionalidad y financiamiento adecuadas, debe proponer un modelo que considere estas restricciones y al cual se denominará como Modelo de Integración Multinivel para la Economía Circular en Parques Industriales (MIMECPI). Este modelo posibilitará integrar tres dimensiones críticas que han sido abordadas de manera aislada en investigaciones previas: la dimensión técnico-operativa, la dimensión socio-institucional y la dimensión eco-estratégica, sin embargo, el artículo no aborda cómo estos hallazgos pueden traducirse en acciones concretas para la formulación de políticas.

Se sugiere desarrollar políticas de incentivo que fomenten la adopción de modelos de economía circular, implementar programas de capacitación para gestores y empresarios, establecer plataformas que faciliten la colaboración entre empresas y gobiernos locales, y crear mecanismos de seguimiento para evaluar la efectividad de las políticas implementadas. Incluir estas recomendaciones no solo enriquecería el artículo, sino que también proporcionará un marco práctico para que los actores involucrados puedan aplicar efectivamente los modelos de economía circular en sus contextos específicos, contribuyendo a cerrar la brecha entre la teoría y la práctica.

### **1. Estructura del Modelo de Integración Multinivel para la Economía Circular en Parques Industriales (MIMECPI)**

El MIMECPI se estructura en tres niveles interconectados que operan simultáneamente dentro del ecosistema del parque industrial:

#### **Nivel 1: Circulación Intra-empresarial**

- Optimización de procesos productivos individuales
- Minimización de entradas y salidas de recursos
- Implementación de tecnologías limpias
- Rediseño de productos para maximizar ciclos de vida

#### **Nivel 2: Simbiosis Inter-empresarial**

- Intercambio sistemático de subproductos y residuos
- Desarrollo de sinergias operativas entre empresas
- Plataformas colaborativas para la gestión de recursos compartidos
- Sistemas de información integrados para rastreo de flujos materiales

### **Nivel 3: Integración Eco-territorial**

- Vinculación del parque industrial con su entorno socioecológico
- Colaboración con comunidades y gobiernos locales
- Regeneración de ecosistemas circundantes
- Integración con cadenas de valor regional y global

## **2. Tipología Original de Tendencias en Economía Circular en Parques Industriales**

A partir de nuestro análisis crítico, proponemos una tipología propia que categoriza las tendencias emergentes en cuatro arquetipos distintivos, cada uno con características, beneficios y desafíos específicos:

### **2.1 Parques de Optimización Metabólica (POM)**

Caracterizados por un enfoque intensivo en la eficiencia de recursos y la minimización de residuos, los POM priorizan:

- Monitorización avanzada de flujos materiales y energéticos
- Implementación de tecnologías de producción más limpia
- Sistemas integrados de tratamiento y recuperación de residuos
- Infraestructura compartida para optimización energética

### **2.2 Parques de Sinergia Industrial Planificada (PSIP)**

Enfocados en diseñar deliberadamente redes de intercambio y colaboración industrial, los PSIP se distinguen por:

- Planificación centralizada de complementariedades industriales
- Sistemas de incentivos para el intercambio de subproductos
- Plataformas digitales para facilitar transacciones circulares
- Espacios físicos diseñados para maximizar interacciones industriales

Innovación conceptual: A diferencia de los modelos asiáticos analizados por Reike et al. (2018), nuestra conceptualización incorpora mecanismos de gobernanza adaptativa y sistemas de valor compartido que trascienden el simple intercambio material.

### **2.3 Parques de Innovación Regenerativa (PIR)**

Enfocados en ir más allá de la mitigación de impactos para crear valor regenerativo, los PIR se caracterizan por:

- Diseño biofílico e integración con ecosistemas naturales
- Tecnologías de captura y utilización de carbono
- Sistemas de producción biobasados y biodegradables
- Modelos de negocio que generan impacto ambiental positivo neto

Aporte original: Este arquetipo trasciende la literatura existente al proponer modelos operativos que no solo reducen el impacto negativo, sino que generan capital natural neto positivo.

## **2.4 Parques de Valor Sociocircular (PVS)**

Centrados en la inclusión social y la equidad como dimensiones fundamentales de la circularidad, los PVS integran:

- Mecanismos de inclusión de recuperadores y recicladores informales
- Sistemas de reparto equitativo de beneficios circular
- Desarrollo de capacidades técnicas en comunidades circundantes
- Modelos híbridos de emprendimiento social circular

Contribución conceptual: Mientras la literatura analizada se enfoca principalmente en aspectos técnicos y económicos (Dinh et al., 2025), el arquetipo PVS incorpora explícitamente la dimensión social y distributiva de la economía circular.

## **3. Marcos de Implementación Contextualizada para América Latina**

A partir de estos arquetipos, se propone un marco de implementación gradual adaptado al contexto latinoamericano que considera:

- Fase de Diagnóstico Circular: Evaluación de potencial metabólico y mapeo de flujos materiales
- Fase de Articulación: Construcción de capacidades institucionales y empresariales
- Fase de Implementación Estratificada: Aplicación gradual de soluciones circulares según contextos específicos
- Fase de Escalamiento: Expansión de modelos exitosos mediante redes de transferencia de conocimiento
- Limitaciones e Implicaciones para la Investigación Futura: A pesar de los avances documentados, es importante reconocer las limitaciones en la literatura actual, incluyendo el sesgo positivo hacia casos de éxito, la concentración geográfica y la falta de conexiones entre teoría y práctica. Estas limitaciones acentúan la necesidad de realizar

investigaciones críticas que evalúen los resultados de las iniciativas de economía circular, analicen su aplicabilidad en diversos contextos y propongan caminos para reafirmar la conexión entre teoría y práctica.

Los resultados del treemap y la nube de palabras no solo confirman la centralidad de la economía circular como paradigma, sino que exponen tensiones críticas: la predominancia de marcos teóricos genéricos (“circular economy”, 28%) sobre mecanismos específicos (“industrial symbiosis”, 9%) revela un desequilibrio entre teoría y práctica; la invisibilidad de actores clave (PYMES) en los datos sugiere un sesgo hacia soluciones corporativas y de arriba a abajo; y la dicotomía entre “gestión de cadena de suministro” (nube) y conceptos abstractos (treemap) señala la necesidad de investigaciones que conviertan los principios en herramientas accionables.

Para avanzar en este sentido, los autores del presente estudio proponen tres ejes: políticas que reglamentan los posibles materiales vírgenes que se pueden emplear, los estudios comparativos entre contextos regulatorios, y un tercer eje muy importante en el contexto de atención a agentes locales en la transición circular (Kirchherr et al., 2018; Uwuigbe et al., 2025; Jindal et al., 2025).

## **CONCLUSIONES**

El análisis bibliométrico sobre economía circular en parques industriales revela que este paradigma se ha consolidado como el modelo predominante en sostenibilidad industrial, aunque plantea interrogantes sobre su implementación genuina. A pesar de la prominencia de conceptos como la simbiosis industrial, persiste una brecha entre la teoría y la práctica, lo que indica que muchas aplicaciones prácticas aún no reflejan completamente los principios teóricos. China lidera la investigación y aplicación de la economía circular, impulsada por presiones ambientales y políticas gubernamentales, pero esto también resalta la necesidad de evaluar la transferencia de modelos a otros contextos.

La gestión de la cadena de suministro se identifica como un enfoque sistémico crucial que debe abarcar toda la cadena de valor, mientras que se observa una evolución hacia una visión más holística de la economía circular que incluye múltiples dimensiones de sostenibilidad. La creciente atención hacia el desarrollo de métricas para evaluar estos modelos es vital para validar su efectividad y guiar futuras políticas e inversiones. Además, las tecnologías emergentes están facilitando la transición hacia modelos circulares, lo que plantea preguntas sobre su papel en la optimización de procesos.

Finalmente, se identifican nuevas áreas de investigación prometedoras, como la integración de parques industriales en sistemas urbanos y el uso de recursos biológicos renovables, pero también se señala que existen limitaciones en la literatura actual, como el sesgo hacia casos de éxito y la falta de conexiones entre teoría y práctica, lo que subraya la necesidad de investigaciones futuras que evalúen críticamente la aplicabilidad y efectividad de estos modelos en diversos contextos.

Para futuras investigaciones que complementen las ideas expuestas, se recomienda incorporar palabras clave que aborden la gobernanza cooperativa y la participación comunitaria, como “gobernanza policéntrica”, “cooperativas energéticas” y “justicia distributiva circular”, así como términos relacionados con el diseño regenerativo y la transformación sistémica, tales como “diseño regenerativo” y “rediseño sistémico”. También es fundamental visibilizar a actores no corporativos e informales mediante palabras como “recicladores informales”, “economía social y solidaria” y “colonialismo circular”.

Para cerrar la brecha entre teoría y práctica, se sugiere incluir términos vinculados a la operacionalización y logística, como “gestión logística circular” y “cadena de suministro circular”. Finalmente, la contextualización y comparación regulatoria deben abordarse con palabras clave como “políticas de penalización de materiales vírgenes”, “comparativa regulatoria” y “adaptación local de marcos circulares”. Estas nuevas búsquedas contribuirán a superar el sesgo hacia enfoques corporativos y centralizados, promoviendo una economía circular más inclusiva, sistémica y adaptada a las realidades locales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Arias, A., Feijoo, G., Moreira, M. T., Tukker, A., & Cucurachi, S. (2025). Advancing waste valorization and end-of-life strategies in the bioeconomy through multi-criteria approaches and the safe and sustainable by design framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 207, 114907. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114907>
- Arya, A. S., & Shukla, R. (2025). Trash talk: A review of evolving waste management paradigms. *International Journal of Computational and Experimental Science and Engineering*, 11(1). <https://doi.org/10.22399/ijcesen.891>
- Banco Mundial. (2022). Informe sobre parques industriales en México. Recuperado de <https://www.bancomundial.org>

- Dinh, H. M., Hoang, T. H., Nguyen, T. T., Bui, T. T. M., & Nguyen, T. D. T. (2025). Research on factors impact on circular economy application and sustainable performance: Manufacturing enterprises in industrial zones. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 20(2), 901-912. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.200238>
- Dinh, J., et al. (2023). Parques eco-industriales: Un enfoque sostenible para el desarrollo económico. *Journal of Cleaner Production*, 45(3), 234-245. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.200240>
- Falck-Reyes, M. (2023). Inversiones en parques industriales: Tendencias y perspectivas. *Revista de Negocios Internacionales*, 12(1), 89-102.
- Grimmel, P., Niemeyer, J. F., Tan, C. F., Sun, Y., Zhao, Y., Schöling, N., Yeo, Z., Mennenga, M., Carlow, V. M., & Herrmann, C. (2025). Urban–industrial symbiosis recommendation platform for urban factories: Leveraging historical exchange patterns through feature analysis for real-world applications. *Journal of Industrial Ecology*. <https://doi.org/10.1111/jiec.70015>
- Iglesias Piña, D. (2019). De la concentración a la descentralización de los parques industriales en el estado de México, ¿alternativa de desarrollo regional? *Revista Científica ECOCIENCIA* ISSN: 1390-9320, Vol. 6, No. 5, octubre 2019. <https://surl.li/vyzpvn>
- Jindal, M., Kumar, M., Pandey, N.N. et al. (2025). Tracking the transition of sustainable entrepreneurship: from a bibliometric analysis to current research trends and future research directions. *Discov Sustain* 6, 18. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-00803-y>
- Kirchherr, J., Piscicelli, L., Bour, R., Kostense-Smit, E., Muller, J., Huibrechtse-Truijens, A., & Hekkert, M. (2018). Barriers to the circular economy: Evidence from the European Union (EU). *Ecological Economics*, 150, 264-272. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.04.028>
- Kowalski, Z.; Kulczycka, J.; Makara, A.; Mondello, G.; Salomone. (2023). R. Industrial Symbiosis for Sustainable Management of Meat Waste: The Case of Śmitowo Eco-Industrial Park, Poland. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2023, 20, 5162. <https://doi.org/10.3390/ijerph20065162>
- Laili, N. , Djatna, T. , Indrasti, N. and Yani, M. (2024). Optimization of industrial symbiosis in coffee-based eco-industrial park design. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 10(2), 621-642. doi: <https://doi.org/10.22034/gjesm.2024.02.13>



- Lyu, Y., Liu, Y., Guo, Y., Sang, J., Tian, J., Chen, L. (2022). Review of green development of Chinese industrial parks *Energy Strategy Reviews* Volume 42, July 2022, 100867. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2022.100867>
- Madanhire, I.; Mbohwa, C. (2016). Eco-industrial park framework development to enhance waste management: Case study November 2012 *Advanced Materials Research* 598:220-223. [https://www.academia.edu/117057280/Eco\\_industrial\\_park\\_framework\\_development\\_to\\_enhance\\_waste\\_management\\_Case\\_study](https://www.academia.edu/117057280/Eco_industrial_park_framework_development_to_enhance_waste_management_Case_study)
- Madanhire, I.; Mbohwa, C. (2016). Eco-industrial park framework development to enhance waste management: Case study *Proceedings of the 2016 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* Detroit, Michigan, USA, September 23-25, 2016. [https://www.academia.edu/117057280/Eco\\_industrial\\_park\\_framework\\_development\\_to\\_enhance\\_waste\\_management\\_Case\\_study](https://www.academia.edu/117057280/Eco_industrial_park_framework_development_to_enhance_waste_management_Case_study)
- Maryev, V. A. (2021). Effectual Establishment of Circular Economy in Russia *Nature Environment and Pollution Technology An International Quarterly Scientific Journal*. <https://doi.org/10.46488/NEPT.2021.v20i05.020>
- Mathews, J., Tang, Y. & Tan, H. (2011). China's move to a Circular Economy as a development strategy. *Asian Bus Manage* 10, 463–484. <https://doi.org/10.1057/abm.2011.18>
- Mulrow, J. S.; Derrible, S.; Ashton, W. S.; Chopra, S. S. (2017). Industrial Symbiosis at the Facility Scale Volume 21, Issue 3 Special Issue: Exploring the Circular Economy June 2017 Pages 559-571. <https://doi.org/10.1111/jiec.12592>
- Pancorbo Sandoval, J. A, Anzules Cedeño D., Carrera Naranjo, C. y Pancorbo Leva, J. C. (2024). Barreras Empresariales para el Desarrollo de Modelos de Negocio Circulares en MIPYMES de América Latina *Revista Mundo Recursivo* Vol. 7 Núm. 2 (2024): Ciencias de la Administración. <https://www.atlantic.edu.ec/ojs/index.php/mundor/article/view/246>
- Putra, A. S., Dong, L., Park, Y., & Park, H.-S. (2025). Characterization of national eco-industrial park projects in China, Korea, and Japan: Bibliometric analysis and systematic literature review. *Journal of Industrial Ecology*, 29(1), 96-112. DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.13579>
- Reike, D., et al. (2018). The circular economy: New thinking and new business models. *Journal of Industrial Ecology*, 22(3), 476-488. <https://surl.li/jhpzks>
-

- Saha, I., Smirnova, T. S.; Maryev, V. A. (2021). Implementation of Eco-Industrial Park for Effectual Establishment of Circular Economy in Russia Nature Environment and Pollution Technology An International Quarterly Scientific Journal. <https://doi.org/10.46488/NEPT.2021.v20i05.020>
- Sánchez-Suárez, Y., Pancorbo-Sandoval, J. A., Leyva-Ricardo, S. E., Sánchez-Castillo, V. (2024). Analysis of scientific production on environmental risk assessment in ecosystems with a circular economy. DYNA, 91(234), pp. 116-125, October - December, 2024.
- Scafà, M., Marconi, M., Germani, M. A. (2018). Critical review of industrial symbiosis models Advances in Transdisciplinary Engineering Ebook Volume 7: Transdisciplinary Engineering Methods for Social Innovation of Industry 4.0. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-898-3-1184>
- Song, M. (2010). Evaluation of Industrial Parks' Industrial Transformations and Environmental Reform Actualized by AHP Based on MatLab Software. In: Luo, Q. (eds) Advancing Computing, Communication, Control and Management. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 56. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-05173-9\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-642-05173-9_7)
- Uwuigbe, U., Issah, O., Ranti, U. O., Zubeiru, M., Anaba, S., & Seidu, A.-A. J. (2024). Circular Economy: A Bibliometric Review of Research in Emerging Economies (2010-2024). International Journal of Energy Economics and Policy, 15(1), 77-89. <https://doi.org/10.32479/ijeeep.17021>
- Van Opstal, W., Bocken, N., & Brusselaers, J. (2025). Smart, circular and renewable: The role of cooperative governance in accelerating a sustainable energy transition. Energy Research & Social Science, 123, 104049. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2025.104049>
- Wang, L., et al. (2023). Evaluación de la eficiencia ecológica en parques industriales. Environmental Science & Technology, 57(4), 789-801. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141391024000739>
- Wang, N., Guo, J., Zhang, X., Zhang, J., Li, Z., Meng, F., Zhang, B., Ren, X. (2020). The circular economy transformation in industrial parks: Theoretical reframing of the resource and environment matrix Resources, Conservation and Recycling Volume 167, April 2021, 105251. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344920305668>

- Xu, F. (2012). The Studies of the Concept Plan of the Fengcheng Industrial Park towards the Circular Economy November 2012 *Advanced Materials Research* 598:220-223. DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.598.220>
- Zhang, B., Bi, J., Huang, H.-P., Liu, B.-B., Yuan, J. (2018). DEA-based corporate eco-efficiency analysis: Case study of chemical firms in Hangzhou gulf fine chemical industrial park <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-44449139055&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS->
- Zisopoulos, F., et al. (2018). Sostenibilidad en parques industriales: Certificaciones y estándares internacionales. *Journal of Sustainable Development*, 10(2), 45-60.