

MÉTODO MONTE CARLO EN LA GESTIÓN EMPRESARIAL REVISIÓN BIBLIOMÉTRICA 2014–2025

Monte carlo in business management bibliographic review 2014–2025

 Carlos Enrique Alarcón Eche^{1a}



Fecha de recepción : 23/08/2025
Fecha de aprobación : 03/11/2025
DOI : <https://doi.org/10.26495/9xs7zs93>

Resumen

El método Monte Carlo se ha convertido en una técnica cuantitativa de uso para estudiar la incertidumbre en la administración de empresas en la última década. Esta investigación realiza un análisis bibliométrico de 126 artículos científicos sobre el método Monte Carlo en el ámbito empresarial de 2014 a 2025, con datos recopilados de Scopus a través de Bibliometrix. Se encontraron patrones de productividad, evolución temática, revistas más influyentes y autores más contribuyentes. Los resultados indican que ha ido aumentando el número de publicaciones, sobre todo en el periodo 2020-2025, con 88 artículos (69,8% del total), siendo más frecuentes las aplicaciones en optimización estocástica, gestión de riesgo financiero, sostenibilidad de cadenas de suministro y toma de decisiones bajo incertidumbre. *Journal of Cleaner Production* (12 artículos) se posiciona como la revista más influyente. La combinación de Monte Carlo con modelos híbridos tiende a generar modelos robustos y multidimensionales. Esta revisión proporciona una comprensión de las principales corrientes del campo y abre la puerta a futuras investigaciones para la toma de decisiones empresariales en condiciones de incertidumbre.

Palabras clave: Monte Carlo; simulación estocástica; análisis bibliométrico; gestión empresarial; toma de decisiones; bajo incertidumbre.

Abstract

The Monte Carlo method has become a quantitative technique used to study uncertainty in business administration over the last decade. This research conducts a bibliometric analysis of 126 scientific articles on the Monte Carlo method in the business field from 2014 to 2025, with data collected from Scopus through Bibliometrix. Patterns of productivity, thematic evolution, most influential journals, and most contributing authors were found. The results indicate that the number of publications has been increasing, especially in the period 2020-2025, with 88 articles (69.8% of the total), with the most frequent applications being in stochastic optimization, financial risk management, supply chain sustainability, and decision-making under uncertainty. The *Journal of Cleaner Production* (12 articles) ranks as the most influential journal. The combination of Monte Carlo with hybrid models tends to generate robust and multidimensional models. This review provides an understanding of the main trends in the field and opens the door to future research on business decision-making under uncertainty.

Keywords: Monte Carlo; stochastic simulation; bibliometric analysis; business management; decision-making under uncertainty.

¹Universidad Nacional de Trujillo – Trujillo, Perú

^aMagister en Ciencias empresariales con mención en tributación, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0035-7865>,

Email: karlosalarconeche@gmail.com

1. Introducción

La nueva administración de empresas se enfrenta a mercados globales volátiles, complejos y de rápido movimiento. En este sentido, los métodos cuantitativos, en particular los de simulación, se han vuelto relevantes para mejorar la toma de decisiones (Fu et al., 2019; Wang et al., 2019). Entre ellas, el método Monte Carlo se ha erigido como una de las técnicas más robustas para modelar incertidumbre, analizar riesgos y estimar resultados posibles en diferentes escenarios (Sarkis et al., 2015).

Su flexibilidad la ha hecho aplicable en campos como la gestión de inversiones, la planificación de proyectos, la evaluación del riesgo operativo y financiero, la resiliencia de cadenas de suministro y la optimización de procesos de negocio (Lou et al., 2020; Xia et al., 2023). La literatura reciente muestra un aumento en el uso de simulaciones Monte Carlo en casos de negocios, especialmente en estudios relacionados con sostenibilidad, transformación digital y optimización bajo incertidumbre (Akbari et al., 2024).

A pesar de su popularidad, no hay estudios bibliométricos que resuman sistemáticamente el desarrollo del método de Monte Carlo en los negocios. El objetivo de este trabajo es bibliometrar la evolución del método Monte Carlo en la gestión empresarial en el periodo 2014-2025, determinando tendencias temáticas, principales autores, revistas más influyentes y áreas de aplicación más frecuentes, a partir de una base de datos de 126 artículos extraídos de Scopus.

Los objetivos específicos son: (1) describir la trayectoria temporal de las publicaciones Monte Carlo en administración; (2) identificar las revistas y autores más influyentes; (3) determinar las principales áreas de aplicación; (4) Análisis de palabras clave y áreas temáticas y (5) Artículos más citados e impacto científico.

Material y método

En el diseño de estudio se utilizó un enfoque bibliométrico descriptivo y retrospectivo para analizar 126 artículos científicos indexados en la base de datos Scopus. El diseño metodológico se basa en el análisis bibliométrico cuantitativo para revelar patrones de productividad, colaboración científica y cambio temático del método Monte Carlo en la gestión empresarial (Aria & Cuccurullo, 2017).

El lapso temporal que se analizará será desde el año 2014 hasta el año 2025, lo que permite conocer cómo ha evolucionado el campo en los últimos años y las nuevas tendencias que han surgido en la última década. Se elige Scopus como fuente de datos por la amplia cobertura de revistas científicas de alto impacto en ciencias empresariales y gestión.

La estrategia de búsqueda y criterios de inclusión fue la ecuación de búsqueda en Scopus arrojó artículos que tuvieran en título, resumen, palabras clave de autor o palabras clave plus los términos 'Monte Carlo', 'simulation', 'stochastic', 'VaR', 'CVaR', 'risk analysis' o 'uncertainty'; que traten sobre aplicaciones en contextos empresariales, de gestión, operaciones, finanzas o cadenas de suministro; publicados entre 2014 y 2025; y que sean artículos científicos revisados por pares.

Se excluyeron actas de congreso, capítulos de libro, revisiones editoriales y artículos sin acceso a metadatos completos. La búsqueda arrojó un total de 126 documentos que cumplen con todos los criterios definidos.

La Herramientas de análisis para el análisis bibliométrico se usó el paquete Bibliometrix 4.1 en R (Aria & Cuccurullo, 2017) y análisis estadístico en Python. Las variables estudiadas fueron: temporalidad de las publicaciones, productividad por revista, frecuencia de palabras clave, co-ocurrencia de términos y métricas de citación. Se utilizaron técnicas de procesamiento del lenguaje natural para extraer y normalizar palabras clave.

Las variables cuantitativas analizadas fueron: (1) número de publicaciones por año; (2) distribución de publicaciones por revista; (3) frecuencia de palabras clave de autor y Keywords Plus; (4) número de citas por artículo; (5) distribución por áreas de aplicación; y (6) patrones de colaboración institucional y geográfica. El análisis cualitativo complementario identificó tendencias metodológicas y nuevas aplicaciones del método Monte Carlo en la gestión empresarial.

2. Resultados

A continuación, se presentan los resultados de la investigación centrándose en presentar de acuerdo con los objetivos planteados.

El corpus analizado está compuesto por 126 artículos científicos publicados entre 2014 y 2025 en 78 revistas científicas indexadas en Scopus, con 406 autores únicos. En la Tabla 1 se muestran las características generales del dataset utilizado

OE1: Evidenciar las características generales del corpus bibliográfico

En la tabla 1 se muestra

Tabla 1

Características generales del corpus bibliográfico

Indicador	Valor
Total de documentos	126
Periodo temporal	2014-2025
Total de revistas	78
Total de autores únicos	406
Artículos relacionados con Monte Carlo	121 (96,0%)

Nota: Corpus bibliográfico donde se evidencia investigaciones referentes al método monte carlo

La tabla 1, proporciona un panorama claro del corpus analizado comprende que 126 artículos científicos publicados entre 2014 y 2025, distribuidos en 78 revistas científicas indexadas en Scopus, con la participación de 406 autores únicos. La Tabla 1 presenta las características generales del dataset analizado.

El alto porcentaje de artículos relacionados con Monte Carlo (96,0%) confirma la relevancia y centralidad del método en el corpus analizado, validando la estrategia de búsqueda empleada y demostrando que la simulación Monte Carlo constituye un enfoque metodológico predominante en estudios cuantitativos de gestión empresarial bajo incertidumbre.

OE2: Evidenciar Evolución temporal de las publicaciones

Tabla 2

Distribución temporal de publicaciones sobre Monte Carlo en gestión empresarial (2014-2025)

Año	Artículos	% del total	% acumulado
2014	3	2,4%	2,4%
2015	3	2,4%	4,8%
2016	6	4,8%	9,5%

2017	7	5,6%	15,1%
2018	8	6,3%	21,4%
2019	6	4,8%	26,2%
2020	13	10,3%	36,5%
2021	12	9,5%	46,0%
2022	10	7,9%	54,0%
2023	17	13,5%	67,5%
2024	15	11,9%	79,4%
2025	26	20,6%	100,0%

Nota: Distribución temporal de publicaciones entre 2014 y 2025.

La tabla 2, proporciona sobre distribución temporal de publicaciones entre 2014 y 2025. Se observa un crecimiento sostenido y significativo en la producción científica, especialmente a partir de 2020. El análisis temporal revela tres periodos diferenciados: (1) fase inicial (2014-2019) con 33 artículos (26,2%); (2) fase de consolidación (2020-2022) con 35 artículos (27,8%); y (3) fase de expansión (2023-2025) con 58 artículos (46,0%).

El incremento notable a partir de 2020 puede atribuirse a múltiples factores convergentes: (1) el impacto de la pandemia COVID-19, que intensificó la necesidad de modelos de gestión bajo incertidumbre extrema (Ren et al., 2020); (2) el avance en capacidades computacionales que facilitan simulaciones Monte Carlo más complejas y realistas; (3) la creciente preocupación por sostenibilidad y gestión de riesgos climáticos en las organizaciones (Wang et al., 2020); y (4) la integración del método con técnicas de inteligencia artificial y optimización avanzada (Fu et al., 2023).

El año 2025 presenta el mayor número de publicaciones (26 artículos), sugiriendo una tendencia de crecimiento exponencial que refleja la consolidación del método Monte Carlo como estándar metodológico en investigación cuantitativa empresarial.

OE3: Revistas científicas más influyentes

Tabla 3

Top 10 revistas científicas con mayor número de publicaciones sobre Monte Carlo en gestión empresarial

Ranking	Revista	Artículos	% del total
1	Journal of Cleaner Production	12	9,5%
2	Journal of Industrial Engineering and Engineering Management	10	7,9%
3	International Journal of Production Economics	5	4,0%
3	International Journal of Production Research	5	4,0%
3	Resources, Conservation and Recycling	5	4,0%
6	Journal of the Operational Research Society	4	3,2%
6	Industrial Management and Data Systems	4	3,2%
8	Frontiers in Energy Research	3	2,4%
8	Resources Policy	3	2,4%
10	Otras revistas (con 2 artículos)	7	5,6%

Nota: Distribución temporal de publicaciones entre 2014 y 2025.

La tabla 3, proporciona el análisis de productividad por revista revela una concentración moderada de publicaciones. La Tabla 3 presenta las 10 revistas más productivas en el campo, que en conjunto aportan 58 artículos (46,0% del total), mientras las 68 revistas restantes contribuyen con el 54,0%, indicando una distribución relativamente equilibrada.

Journal of Cleaner Production emerge como la revista más influyente con 12 artículos (9,5%), consolidándose como el principal foro académico para investigaciones que integran Monte Carlo con sostenibilidad empresarial. Le sigue Journal of Industrial Engineering and

Engineering Management con 10 artículos (7,9%), enfocada en aplicaciones de ingeniería y gestión de operaciones.

La presencia destacada de revistas especializadas en producción (International Journal of Production Economics e International Journal of Production Research) y sostenibilidad (Resources, Conservation and Recycling) refleja la predominancia de aplicaciones del método Monte Carlo en optimización de operaciones y evaluación de impactos ambientales. Esta distribución temática sugiere que el método ha encontrado particular utilidad en contextos donde la incertidumbre operacional y ambiental son factores críticos de decisión.

OE4: Análisis de palabras clave y áreas temáticas

Tabla 4

Top 15 palabras clave más frecuentes en el corpus analizado

Ranking	Keywords Plus	Frec.	Palabras clave de autor	Frec.
1	Decision making	60	Monte Carlo simulation	18
2	Monte Carlo methods	22	Risk management	8
3	Uncertainty analysis	17	Evolutionary game	4
4	Intelligent systems	17	Game theory	4
5	Stochastic systems	14	Simulation	4
6	Investments	13	Decision support system	4
7	Supply chains	12	Uncertainty	3
8	Stochastic models	11	Decision-making	3
9	Uncertainty	11	Supply chain	3
10	Carbon	8	Pricing strategy	3
11	Cost benefit analysis	8	Resource allocation	3
12	Decision support systems	8	Stochastic simulation	3
13	Risk assessment	8	Risk	3
14	Sustainable development	7	Risk analysis	3
15	Climate change	7	Supply chain coordination	2

Nota: Palabras clave más frecuentes en el corpus analizado

La tabla 4, proporciona El análisis de co-ocurrencia de palabras clave permite identificar las principales áreas temáticas y tendencias metodológicas. La Tabla 4 presenta las 15 palabras clave más frecuentes en Keywords Plus (asignadas por la base de datos) y palabras clave de autor.

El análisis revela cinco clusters temáticos principales: (1) Toma de decisiones bajo incertidumbre, con 'decision making' (60 ocurrencias) como término dominante, reflejando la función primordial del método Monte Carlo como herramienta para decisiones complejas; (2) Métodos cuantitativos y simulación, evidenciado por 'Monte Carlo methods' (22), 'uncertainty analysis' (17), 'stochastic systems' (14) y 'stochastic models' (11); (3) Gestión de inversiones y riesgo financiero, con 'investments' (13), 'cost benefit analysis' (8) y 'risk assessment' (8); (4) Gestión de cadenas de suministro, representado por 'supply chains' (12) y términos relacionados; y (5) Sostenibilidad y cambio climático, con 'sustainable development' (7), 'carbon' (8) y 'climate change' (7).

La emergencia de términos como 'intelligent systems' (17) y 'game theory' (6) sugiere una tendencia hacia la integración del método Monte Carlo con inteligencia artificial y teoría de juegos, ampliando su alcance metodológico hacia modelos híbridos más sofisticados (Xu et al., 2021; Fu et al., 2023).

OE5: Artículos más citados e impacto científico

Tabla 5 Top 10 artículos más citados sobre Monte Carlo en gestión empresarial

Ranking	Autores	Año	Citas	Área temática
1	Sarkis et al.	2015	248	Selección de proveedores sostenibles
2	Fu et al.	2019	185	Optimización estocástica multi-objetivo
3	Lou et al.	2020	103	Política dual de créditos de carbono
4	Wang et al.	2019	103	Impacto de impuestos al carbono
5	Xia et al.	2023	70	Financiamiento de cadenas bajas en carbono
6	Akbari et al.	2024	68	Transformación digital en cadenas de suministro
7	Ren et al.	2020	54	Implicaciones ambientales de políticas
8	Xu et al.	2021	49	Optimización de cadenas caóticas
9	Wang et al.	2022	43	Cadena de suministro de bioenergía
10	Zhou et al.	2020	41	Mantenimiento preventivo y ahorro energético

Nota: Artículos más citados sobre Monte Carlo en gestión empresarial

La tabla 5, muestra el análisis de impacto científico se realizó mediante el recuento de citaciones en Scopus. La Tabla 5 presenta los 10 artículos más citados del corpus, que en conjunto acumulan 1.017 citaciones, representando una parte significativa del impacto total del campo.

El trabajo de Sarkis et al. (2015) sobre selección de proveedores sostenibles utilizando un marco bayesiano integrado con Monte Carlo constituye el artículo más citado (248 citas), estableciendo un referente metodológico para la integración de criterios de triple resultado (económico, social y ambiental) en decisiones de cadena de suministro. Fu et al. (2019) aportan significativamente con 185 citas mediante un modelo estocástico multi-objetivo para programación de producción consciente de la energía, demostrando la efectividad del método en optimización compleja bajo restricciones de tiempo.

Los trabajos de Lou et al. (2020) y Wang et al. (2019), ambos con 103 citas, destacan por abordar políticas gubernamentales y su impacto en decisiones empresariales mediante simulaciones Monte Carlo, específicamente en contextos de políticas ambientales y transición hacia economías bajas en carbono. Estos estudios reflejan la utilidad del método para evaluar escenarios de política pública y sus efectos en estrategias corporativas.

Los artículos más recientes en el top 10, como Xia et al. (2023) con 70 citas y Akbari et al. (2024) con 68 citas, demuestran un impacto notable a pesar de su reciente publicación, sugiriendo que abordan temas emergentes de alto interés: financiamiento sostenible y transformación digital 4.0, respectivamente.

3. Discusión

El análisis bibliométrico de 126 artículos (2014-2025) revela un crecimiento exponencial del método Monte Carlo en gestión empresarial, con 46,0% de la producción concentrada en 2023-2025. El incremento posterior a 2020 se atribuye a la pandemia COVID-19, que intensificó la necesidad de modelar escenarios bajo incertidumbre extrema (Ren et al., 2020), y a avances computacionales que permitieron integrar el método con inteligencia artificial (Fu et al., 2023). Esta evolución demuestra la transición desde aplicaciones financieras clásicas hacia contextos empresariales multidimensionales que incorporan sostenibilidad y transformación digital.

El análisis de revistas y palabras clave evidencia una reconfiguración temática hacia sostenibilidad empresarial. La predominancia del Journal of Cleaner Production (9,5%) y términos como "carbon", "sustainable development" y "climate change" reflejan este giro paradigmático. Los trabajos más citados, especialmente Sarkis et al. (2015) con 248 citas, establecen marcos metodológicos que integran criterios de triple resultado mediante simulación estocástica, respondiendo a presiones regulatorias que demandan evaluaciones cuantitativas de impactos ambientales (Lou et al., 2020; Wang et al., 2019).

La identificación de cinco clusters temáticos revela la versatilidad del método Monte Carlo. La emergencia de términos como "intelligent systems" (17 ocurrencias) y "game theory" (6) sugiere hibridación metodológica con inteligencia artificial y teoría de juegos (Xu et al., 2021). Esta integración amplía la capacidad analítica, permitiendo modelar comportamientos estratégicos adaptativos. Los estudios recientes más citados, como Akbari et al. (2024) con 68 citas, ejemplifican esta convergencia al combinar simulación Monte Carlo con big data y optimización algorítmica.

La distribución equilibrada de publicaciones en 78 revistas y la participación de 406 autores únicos sugieren un campo maduro y multidisciplinario. La frecuencia dominante de "decision making" (60 ocurrencias) confirma que el método ha evolucionado hacia un paradigma integral de soporte decisional estratégico. Los desafíos del siglo XXI—digitalización, transición energética y sostenibilidad—demandan el análisis probabilístico robusto del método Monte Carlo, explicando su adopción creciente y sugiriendo expansión futura en aplicaciones que integren sostenibilidad, transformación digital y optimización estocástica multi-objetivo.

4. Conclusiones

El análisis bibliométrico de 126 artículos (2014-2025) distribuidos en 78 revistas indexadas en Scopus con 406 autores únicos evidencia la consolidación del método Monte Carlo como herramienta predominante en gestión empresarial bajo incertidumbre. El 96,0% de artículos relacionados directamente con el método confirma su centralidad en estudios cuantitativos de gestión, validando la estrategia de búsqueda empleada y estableciendo una base sólida para comprender su evolución en contextos organizacionales complejos.

La evolución temporal revela crecimiento exponencial desde 2020, con tres fases: inicial (2014-2019, 26,2%), consolidación (2020-2022, 27,8%) y expansión (2023-2025, 46,0%). El año 2025 concentra 26 artículos (20,6%), reflejando una tendencia sostenida atribuible a la pandemia COVID-19, avances computacionales, preocupación por sostenibilidad e integración con inteligencia artificial, consolidando al método como estándar metodológico en investigación empresarial cuantitativa.

El Journal of Cleaner Production emerge como revista más influyente (12 artículos, 9,5%), seguido por Journal of Industrial Engineering and Engineering Management (10 artículos, 7,9%). La distribución equilibrada entre las 10 revistas principales (46,0%) y las 68 restantes (54,0%) sugiere un campo maduro, con predominancia de aplicaciones en optimización de operaciones y evaluación de impactos ambientales.

El análisis de palabras clave identifica cinco clusters: toma de decisiones ("decision making", 60), métodos cuantitativos ("Monte Carlo methods", 22), gestión de inversiones ("investments", 13), cadenas de suministro ("supply chains", 12) y sostenibilidad ("carbon", 8). La emergencia de "intelligent systems" (17) y "game theory" (6) sugiere integración con inteligencia artificial, ampliando el alcance hacia modelos híbridos sofisticados.

Los 10 artículos más citados acumulan 1.017 citaciones, liderados por Sarkis et al. (2015, 248 citas) en proveedores sostenibles, Fu et al. (2019, 185) en optimización multi-objetivo, y Lou et al. (2020) y Wang et al. (2019) con 103 cada uno en políticas ambientales. Los trabajos recientes de Xia et al. (2023, 70) y Akbari et al. (2024, 68) demuestran impacto en financiamiento sostenible y transformación digital 4.0.

5. Referencias

- Akbari, M., Hopkins, J. L., Hwang, Y. S., & Pournader, M. (2024). La nueva era de transformación digital en las cadenas de suministro: casos de Industria 4.0 en Vietnam. *International Journal of Logistics Management*, 35(2), 427-451. <https://doi.org/10.1108/IJLM-11-2022-0442>
- 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>
- Fu, Y., Tian, G., Fathollahi-Fard, A. M., Ahmadi, A., & Zhang, C. (2019). Modelado y optimización estocástica multiobjetivo de un problema de programación de flujo en taller distribuido con conciencia energética y restricción de tardanza total. *Journal of Cleaner Production*, 226, 515-525. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.046>
- Fu, Y., Wang, H., Huang, M., Wang, J., & Wang, J. (2023). Modelado y optimización bi-objetivo para problemas de open shop estocásticos en dos etapas en la economía compartida. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 70(7), 2493-2507. <https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3095954>
- Lou, G., Ma, H., Fan, T., & Chan, H. K. (2020). Efecto de la doble línea sobre la economía de combustible y la fabricación de vehículos de motor de combustión interna. *Resources, Conservation and Recycling*, 156, 104712. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104712>
- Ren, Y., Shi, L., Bardow, A., Geyer, R., & Suh, S. (2020). Impacto en el ciclo de vida de la prohibición de importación de plásticos posconsumo en China. *Resources, Conservation and Recycling*, 156, 104699. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104699>
- Sarkis, J., & Dhavale, D. G. (2015). Selección de proveedores para operaciones sustentables: un enfoque de triple línea de base usando un marco bayesiano. *International Journal of Production Economics*, 166, 177-191. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.11.007>
- Wang, M., Li, Y., Li, M., Shi, W., & Quan, S. (2019). 碳税会影响企业间的低碳技术共享策略吗? *Journal of Cleaner Production*, 210, 724-737. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.321>
- Wang, S., Zhang, Q., Luo, K., & Wu, B. (2022). StrawFeed model: An integrated model of straw feedstock supply chain for bioenergy in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 185, 106439. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106439>
- Wang, W., Zhang, Y., & Zhang, B. (2020). Conocer la capacidad de respuesta del ecosistema de la industria del carbón a los shocks económicos: determinantes, evolución y recomendaciones de política. *Resources Policy*, 67, 101682. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101682>
- Xia, T., Wang, Y., Lv, L., Shen, L., & Cheng, T. C. E. (2023). "Financiación de la cadena de suministro baja en carbono en un entorno de competencia cadena a cadena". *International Journal of Production Research*, 61(19), 6563-6584. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.2023833>
- Xu, X., Hao, J., Deng, Y., & Wang, Y. (2021). Control y optimización de un sistema caótico de cadena de suministro mediante el algoritmo adaptativo sliding mode control. *International Journal of Production Research*, 59(8), 2571-2587. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1735662>

Zhou, X., Lu, B., Li, J., & Yang, J. (2020). Política de mantenimiento preventivo proactivo para sistemas de producción en serie amortiguados por ventanas oportunistas de ahorro energético. *Journal of Cleaner Production*, 253, 119791. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119791>