

## Eficiencia del Gasto Municipal en Residuos Sólidos en el Ecuador

### The Municipal Expenditure Efficiency in Solid Waste Management in Ecuador

Gilbert Martínez-Carrera<sup>1</sup>  , Nelson Lascano-Aimacaña<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Ambato, Ambato – Ecuador

Correo de correspondencia: gmartinez2678@uta.edu.ec

#### Información del artículo

**Tipo de artículo:**  
Artículo original

**Recibido:**  
06/08/2025

**Aceptado:**  
10/03/2026

**Publicado:**  
18/03/2026

**Revista:**  
DATEH

OPEN  ACCESS



#### Resumen

La gestión eficiente de recursos financieros propuestos para el manejo de residuos sólidos municipales representa un pilar fundamental para garantizar la sostenibilidad ambiental y un buen manejo de los servicios públicos en Ecuador, se analizó la eficiencia del gasto en la gestión integral de residuos sólidos en los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) municipales del Ecuador durante el período 2020-2022, identificando las provincias con desempeño eficiente y aquellas que requieren optimización de sus procesos operativos. Se optó por un enfoque cuantitativo descriptivo, enfocándose en los 221 GAD's municipales del Ecuador, empleando datos secundarios del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) relacionados con gastos operativos, toneladas de residuos recolectados y cobertura territorial de servicios. Se hizo uso del modelo de Análisis Envolvente de Datos (DEA), permitiendo evaluar comparativamente la eficiencia municipal del gasto, demostrando marcadas diferencias regionales: Guayas y Santa Elena demuestran eficiencia óptima, logrando una gestión efectiva con menores costos. No obstante, Azuay, Esmeraldas, Napo y Zamora Chinchipe presentan ineficiencias significativas, demostrando una deficiencia de optimización operacional. Se demuestra que las provincias con infraestructura menos optimizadas, enfrentan desafíos persistentes. Por consiguiente, se demuestra heterogeneidades interregionales en eficiencia operativa, demostrando la necesidad de implementar políticas regulatorias de fortalecimiento técnico-administrativo en municipios menos eficientes mediante la promoción de mejores prácticas de gestión y la reorientación estratégica de inversiones públicas hacia procesos que maximicen la optimización de recursos disponibles.

**Palabras clave:** gestión de desechos, economía circular, eficiencia económica, Ecuador

#### Abstract

The efficient management of financial resources proposed for municipal solid waste management represents a fundamental pillar to guarantee environmental sustainability and good management of public services in Ecuador, the expenditure efficiency on integral solid waste management in the Decentralized Autonomous Governments (GAD) municipalities of Ecuador during the period 2020-2022 was analyzed, identifying provinces with efficient performance and those that require optimization of their operational processes. A descriptive quantitative approach was chosen, focusing on the 221 municipal GADs of Ecuador, employing secondary data from the National Institute of Statistics and Census (INEC) related to operational expenses, tons of waste collected, and territorial coverage of services. The Data Envelopment Analysis (DEA) model was employed, enabling a comparative evaluation of municipal spending efficiency. The results demonstrate marked regional differences, with Guayas and Santa Elena exhibiting optimal efficiency, achieving effective management at lower costs. However, Azuay, Esmeraldas, Napo, and Zamora Chinchipe present significant inefficiencies, demonstrating a deficiency in operational optimization. It is shown that provinces with less optimized infrastructure face persistent challenges. Consequently, interregional heterogeneities in operational efficiency are established, showing the need to implement regulatory policies for technical-administrative strengthening in less efficient municipalities through the promotion of better management practices and strategic reorientation of public investments toward processes that maximize the optimization of available resources.

**Keywords:** waste management, circular economy, economic efficiency, Ecuador

## INTRODUCCIÓN

La gestión eficiente de los recursos públicos destinados a la prestación de servicios de residuos sólidos en los municipios constituye un componente esencial para garantizar la sostenibilidad ambiental y la calidad de vida de la población de un país o territorio. En el contexto mundial, la eficiencia en el gasto público en gestión de residuos ha sido reconocida como un factor clave para optimizar la utilización de recursos y mejorar los resultados ambientales y sociales. Según Kurniawan et al. (2022), la generación excesiva de residuos sólidos municipales, ha sido uno de los tópicos constantes en la problemática ambiental, en específico China, debido al crecimiento anual de toneladas de residuos sólidos municipales de un 8 - 10%, teniendo un aumento esperado de 323 toneladas métricas para 2030.

En una contextualización más cercana, refiriéndonos a Latinoamérica, los residuos generados en la región, tienen potencialidad de ser aprovechados de una mejor manera, resaltando la importancia de la implementación de la economía circular en procesos técnicos y administrativos, reduciendo la dependencia de materiales vírgenes y explotación de lugares proveedores de materias primas (Feronato et al., 2021; Lizárraga-Mendiola et al., 2022). Ecuador, en específico en zonas rurales del territorio, presenta deficiencias en la infraestructura de procesamiento, sistemas de almacenamiento y sistemas de recolección, esto junto con la inadecuada educación ambiental, provoca prácticas dañinas al ecosistema como lo es la quema de asura a cielo abierto (Nieto-Cañarte et al., 2024; Peñafiel-Arcos et al., 2022).

Se reconoce que Ecuador, como país en desarrollo, requiere no solamente fortalecer la infraestructura y tecnología disponible, sino también transformar los patrones de consumo y producción, establecer marcos normativos que fomenten la economía circular y desarrollar programas educativos integrales dirigidos a la población (Batista et al., 2021; Ordonez & Martins, 2023). La gestión eficaz de residuos sólidos constituye un desafío multidimensional que demanda un enfoque holístico donde convergen como actores fundamentales las entidades gubernamentales, el sector empresarial y la ciudadanía ecuatoriana (Diéguez-Santana et al., 2021; Padilla et al., 2024).

Se destaca que la eficiencia del gasto en la gestión de residuos sólidos puede evaluarse mediante diversas metodologías según diferentes autores, siendo el Análisis Envolvente de Datos (DEA) una de las herramientas más utilizadas para medir la relación entre los recursos utilizados y los resultados alcanzados, es una metodología no paramétrica utilizada para evaluar la eficiencia relativa de unidades de decisión (como empresas o departamentos)

que utilizan múltiples insumos para producir múltiples productos (Camanho et al., 2024; Chen et al., 2021; Gujarati & Porter, 2010).

El presente estudio tiene como propósito analizar la eficiencia del gasto en la gestión integral de residuos sólidos en los GAD municipales del Ecuador en el periodo 2020 - 2022, el de aportar un diagnóstico actualizado sobre cuáles municipios gestionan correctamente sus recursos, aportando evidencia empírica para mejorar las decisiones de inversión y optimización en el sector, en consonancia con las tendencias nacionales e internacionales que resaltan la importancia de una gestión eficiente y sostenible.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio adopta un enfoque cuantitativo de carácter descriptivo, dirigido a evaluar la eficiencia del gasto en la gestión integral de residuos sólidos en los gobiernos autónomos descentralizados municipales (GADM) del Ecuador. La investigación se fundamenta en un diseño no experimental de tipo longitudinal retrospectivo, lo que permite analizar los datos en un momento específico sin manipular las variables de estudio.

El estudio utiliza datos secundarios obtenidos de fuentes oficiales, principalmente del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), específicamente del apartado "Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales" en la sección "Gestión Integral de Residuos Sólidos" recuperando datos del periodo 2020-2022 que son los datos temporales con información completa al momento de realizar la investigación (2025). La información comprende indicadores relacionados con los gastos totales en gestión de residuos, toneladas recolectadas, producción per cápita, cobertura del servicio de barrido y costos medios por tonelada, recopilados durante el ciclo mencionado con anterioridad.

La recopilación de datos se llevó a cabo a partir de la revisión sistemática de fuentes secundarias, especialmente el portal del INEC, que proporciona cifras oficiales. La selección de las unidades de análisis abarcó los 221 GADM del país, considerados en función de la disponibilidad y calidad de la información. Se establecieron criterios de inclusión, como la existencia de información completa en los indicadores seleccionados, y de exclusión, en caso de datos incompletos o inconsistentes, garantizando la homogeneidad y validez de los datos utilizados. El investigador consideró pertinente el usar la población de los 221 GADM existentes hasta el momento en el territorio ecuatoriano, usando un análisis por provincias para una mejor comprensión de los

resultados.

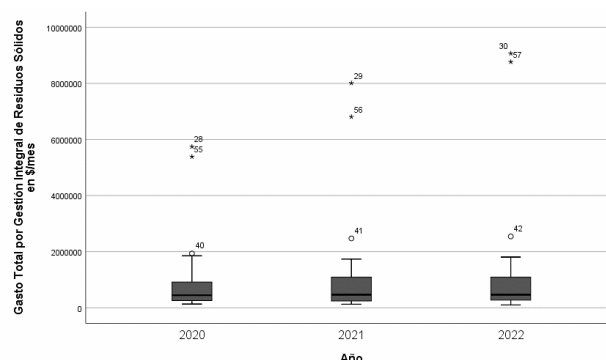
El material de análisis consiste en bases de datos estructuradas, elaboradas con el propósito de facilitar la aplicación de técnicas estadísticas, especialmente el Análisis Envolvente de Datos (DEA) para un cálculo más compacto y preciso de la eficiencia a nivel municipal en el contexto latinoamericano (Ortega et al., 2024; Ureña López, 2024). La información se organizó mediante matrices de registro que permitieron sistematizar los datos cuantitativos de cada provincia e indicador utilizado para medir la eficiencia por cada año del periodo de estudio, para un mejor entendimiento del registro y sistematización de datos, observar el Apéndice 1 para una mayor referencia.

La metodología combina técnicas de análisis estadístico descriptivo (media, desviación estándar y frecuencia), con técnicas de análisis multivariado, incluyendo DEA, que permite la evaluación de eficiencia relativa de las diferentes unidades de análisis en función de múltiples inputs y outputs. Para ello, se empleó el software R Studio y Excel, herramientas que ofrecen confiabilidad y precisión en el procesamiento de la información y en la ejecución de los análisis.

Dado que se trata de un estudio con datos secundarios de carácter público, no fue necesaria la obtención de consentimiento informado ni la interacción con participantes humanos. Se garantiza la confidencialidad y el correcto uso de la información, limitándose su acceso únicamente a fines de análisis académico y de investigación, teniendo acceso libre de datos en la página principal del INEC en el apartado de “Ambiente”.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

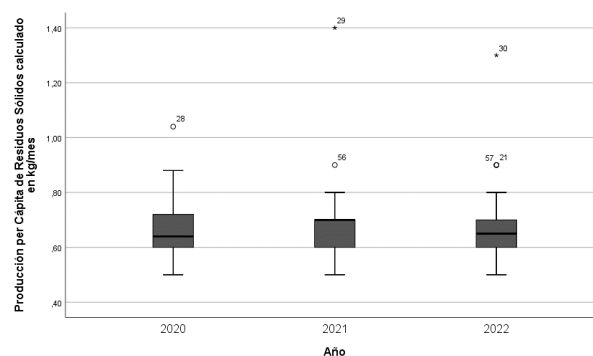
La investigación permitió analizar la eficiencia en la gestión integral de residuos sólidos en los GADM del Ecuador durante el período 2020-2022, utilizando diferentes indicadores y técnicas de análisis. El análisis descriptivo del gasto total en gestión de residuos, muestra que las provincias de Guayas, Pichincha y Azuay concentran los mayores montos de inversión, en comparación con otras provincias, especialmente aquellas ubicadas en la región amazónica. La Figura 1 ilustra la distribución del gasto total en relación con la variabilidad y dispersión de los datos, evidenciando que existen municipios con gastos significativamente superiores a la media, lo que puede estar relacionado con la capacidad institucional o el tamaño de la población para un mayor detalle descriptivo, observar el Apéndice 2.



**Figura 1.** Diagrama de caja y bigotes de Gasto total por gestión integral de residuos sólidos.

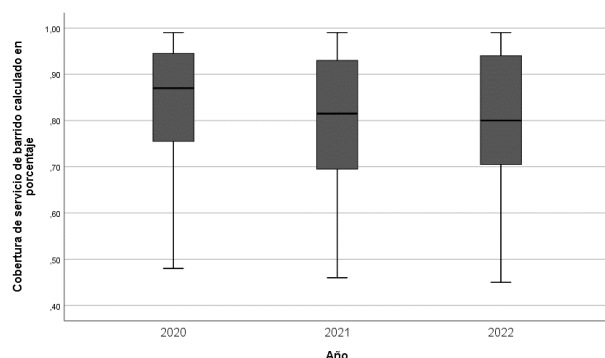
La generación per cápita resulta interesante a punto de vista de procesos de gestión integral de residuos sólidos, esto debido a que es variable a lo largo del tiempo, siendo el crecimiento demográfico de una zona la principal causa de un aumento considerable de esta variable (Cotrina Cabello et al., 2020; Fernández Asqui et al., 2024).

El análisis de producción per cápita de residuos, indica que la generación de residuos varía considerablemente entre regiones, siendo las provincias urbanizadas las que presentan cifras más altas. Estas tendencias se visualizan también en la figura 2, donde se detallan los diagramas de caja, evidenciando la distribución de estos datos y la presencia de valores extremos en algunos municipios, para una mejor comprensión, observar el Apéndice 3.



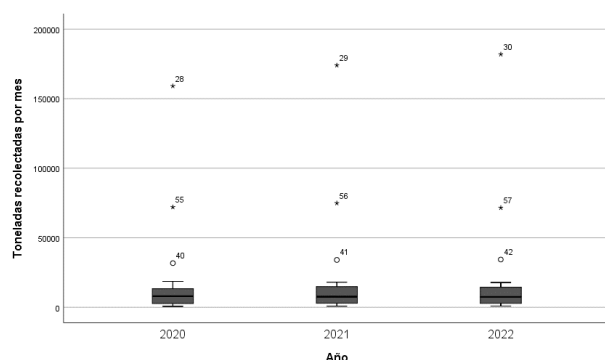
**Figura 2.** Diagrama de caja y bigotes de la Producción per cápita de residuos sólidos.

Contar con datos precisos sobre la cobertura de barrido es fundamental para evaluar la eficiencia operativa y la equidad del servicio de limpieza en el marco de la gestión integral de residuos sólidos (López Barrantes, 2023), los resultados muestran una cubierta variada, con una cobertura promedio del 85%, y que en algunas provincias como Guayas y Pichincha alcanza niveles cercanos al 100% como se indica en el Apéndice 4. La figura 3 muestra la dispersión del porcentaje de cobertura y posibles áreas con bajos niveles de servicio.



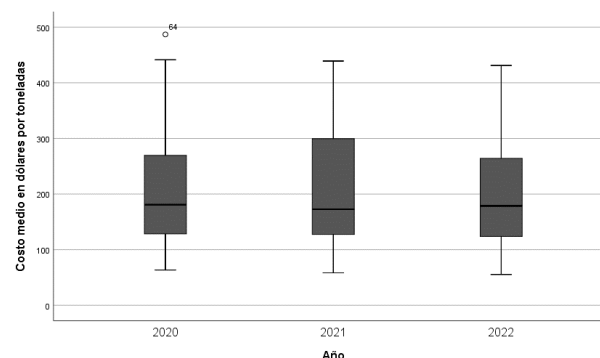
**Figura 3.** Diagrama de caja y bigotes del Cobertura del servicio de barrido.

En cuanto a las toneladas recolectadas mensualmente permite monitorear el desempeño del sistema de recolección y analizar tendencias en la generación de desechos (Ventura Cancho, 2022), los datos muestran una tendencia creciente en las toneladas recolectadas, especialmente en las provincias más densamente pobladas. La variabilidad está representada en la figura 4, que permite identificar municipios con niveles de recolección por debajo de la media, se observa estos datos más a detalle en el Apéndice 5.



**Figura 4.** Diagrama de caja y bigotes de Toneladas recolectadas al mes.

El análisis del costo medio en dólares por tonelada permite evaluar la eficiencia económica del sistema de recolección, transporte y disposición final (Canek et al., 2024; Pilco et al., 2024), el costo medio en dólares, revela que existen diferencias significativas en los gastos operativos, con algunas provincias que registran costos superiores al promedio nacional. La figura 5 facilita la interpretación de la eficiencia en el uso de recursos económicos en el proceso de recolección y disposición final, observar el Apéndice 6.



**Figura 5.** Diagrama de caja y bigotes del Costo medio en dólares por tonelada.

Se implementó una prueba de normalidad para determinar la distribución de los datos y validar la aplicabilidad del modelo a seguir (Habibzadeh, 2024). Los resultados evidenciados en la Tabla 1 revelan valores de  $p$  extremadamente bajos (0.000 a 0.004) en ambas pruebas, rechazando la Hipótesis nula de normalidad. Esta confirmación de distribución no normal justifica y valida la utilización del Análisis Envoltante de Datos como metodología apropiada para el análisis de eficiencia.

**Tabla 1**

*Pruebas de normalidad.*

|                                                               | Kolmogórov-Smirnov | Shapiro-Wilk |
|---------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|
| Costo medio en dólares por toneladas                          | 0,004              | 0,001        |
| Cobertura de servicio de barrido calculado en porcentaje      | 0,004              | 0,000        |
| Toneladas recolectadas por mes                                | 0,000              | 0,000        |
| Producción per Cápita de Residuos Sólidos calculado en kg/mes | 0,000              | 0,000        |

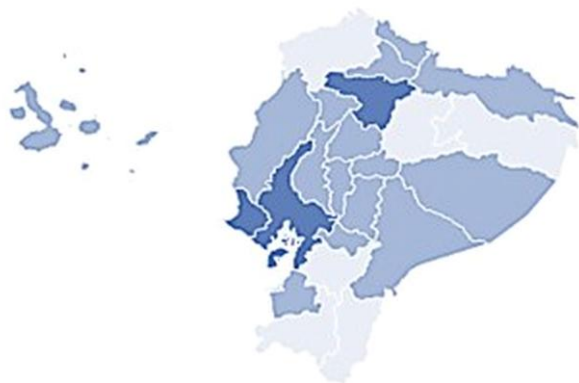
Se constata que la medición de la eficiencia del modelo DEA, los elementos que sean iguales a 1, significan que poseen una eficiencia perfecta (de Oliveira Lopes et al., 2024). Se observa en la Tabla 2 que las provincias con eficiencia perfecta ( $F = 1$ ) permanecen constantes en 2 durante 2020 y 2021, incrementándose a 3 en 2022, evidenciando mejoras en la gestión de residuos en determinadas regiones. La ausencia de provincias en rangos intermedios ( $1 < F \leq 1.1$  y  $1.1 < F \leq 1.2$ ) revela que no se alcanzan niveles moderados de eficiencia, indicando posibles deficiencias en la optimización de recursos. Seguido por las provincias con eficiencia baja ( $1.5 < F \leq 2$ ) disminuyeron de 6 en 2020 a 3 en 2022. No obstante, la persistencia de un número considerable de provincias en el rango menos eficiente ( $2 < F \leq 5$ ) subraya la urgencia de implementar estrategias más efectivas para mejorar la eficiencia en la GIRS, aspecto fundamental para optimizar recursos y fortalecer la sostenibilidad ambiental del país.

**Tabla 2***Eficiencia de la GIRS en los municipios del Ecuador.*

| Rango de Eficiencia | Provincias 2020 | Provincias 2021 | Provincias 2022 |
|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| $F = 1$             | 2               | 2               | 3               |
| $1 < F \leq 1.1$    | 0               | 0               | 0               |
| $1.1 < F \leq 1.2$  | 0               | 0               | 0               |
| $1.2 < F \leq 1.3$  | 0               | 1               | 0               |
| $1.3 < F \leq 1.5$  | 3               | 2               | 2               |
| $1.5 < F \leq 2$    | 6               | 6               | 3               |
| $2 < F \leq 5$      | 13              | 13              | 16              |

Se utiliza mapas de calor en el sector de estudio para determinar cuáles son las divisiones más eficientes, proporcionando un índice marcado de que sectores carecen de factores estimulantes para llegar a una eficiencia perfecta considerado por el análisis DEA (Jung et al., 2023).

En la Figura 6 se puede tener una mejor referencia sobre las provincias cuyos municipios tienen un mejor desempeño y a su vez los que no logran un valor de rendimiento satisfactorio en materia de eficiencia en los gastos orientados a procesos de gestión integral de residuos.



**Figura 6.** Mapas de calor sobre las provincias eficientes, no eficientes e ineficientes del Ecuador

Los hallazgos de esta investigación encuentran respaldo en el estudio desarrollado por (Díaz Villavicencio & Didonet, 2016), donde se utilizó el análisis DEA para evaluar la eco-eficiencia en 48 municipios catalanes, en el cual se identificaron que únicamente dos municipios alcanzaron niveles de eco-eficiencia óptima, siendo un resultado similar del presente estudio. Estos resultados entre diferentes territorios, sugiere que los desafíos en la optimización de recursos para la gestión integral de residuos sólidos, indican la necesidad de implementar políticas públicas más robustas que promuevan la eficiencia operativa en el ámbito municipal.

Los resultados demostraron diferencias regionales en eficiencia, subrayando la necesidad de políticas públicas mejor establecidas. Estos datos son similares con Ortiz Castro & Contreras Rivera, (2023), quienes sostienen que el crecimiento demográfico, las actividades económicas y los procesos de expansión urbana incrementan los índices de producción per cápita de residuos, generando impactos dañinos en las extensiones sociales, económicas y del bienestar de la población.

En un contexto cantonal y parroquial, estas deficiencias se reproducen en las jurisdicciones municipales, donde no todas implementan buenos procedimientos de gestión. Romero Paredes & Martínez Quinche (2024) exponen el caso del cantón Naranjito, donde se omiten procedimientos fundamentales como la clasificación por fuente y la recuperación de materiales reciclables, limitando la posible obtención de beneficios económicos y ambientales.

Los resultados de esta investigación revelan que existe una variabilidad significativa en la eficiencia de la gestión integral de residuos sólidos (GIRS) en los municipios del Ecuador, lo cual concuerda con estudios previos que identifican las disparidades en la gestión de residuos a nivel regional y municipal. La evaluación basada en el análisis envolvente de datos (DEA) mostró que provincias como Guayas y Santa Elena alcanzaron una eficiencia perfecta, mientras que otras, como Azuay, Esmeraldas, Napo y Zamora Chinchipe, presentan niveles de eficiencia inferiores, indicativo de posibles áreas de mejora.

Estas diferencias pueden estar relacionadas con la infraestructura disponible, la cobertura de servicios y la asignación de recursos, aspectos que también han sido señalados en investigaciones similares. El aumento en los gastos totales en gestión de residuos a lo largo del tiempo, sugiere un incremento en la inversión que, sin embargo, no siempre se refleja en un aumento proporcional en la eficiencia, lo cual puede deberse a una gestión inadecuada de los recursos o a la existencia de valores atípicos en algunos municipios.

Una limitación importante del estudio es la restricción de información en el período analizado (2020-2022), así como la disponibilidad de datos específicos sobre algunos indicadores del servicio, como la cobertura exacta del barrido. Además, la metodología empleada, si bien es robusta para evaluar la eficiencia, no considera todos los factores contextuales que podrían influir en los resultados, como lo son aspectos sociales, los cuales también influyen en la gestión de residuos.

Para investigaciones futuras, es recomendable profundizar en los aspectos cualitativos que afectan la eficiencia del sistema, así como ampliar el período de análisis para tener una visión enfocada a largo plazo. Además, otros enfoques metodológicos podrían comparar y complementar los hallazgos presentados, permitiendo una comprensión mejor del desempeño de los sistemas de gestión de residuos en los municipios.

## CONCLUSIONES

La investigación dicta que las provincias de Guayas y Santa Elena tienen una eficiencia perfecta en la gestión de residuos sólidos en el periodo descrito, esto debido a una correcta asignación de recursos y una mejor infraestructura. Los niveles de gasto aumentan en los últimos años, pero no siempre significa una mejora en la eficiencia, lo que indica la necesidad de optimizar los procesos económicos-operativos.

La variabilidad en los resultados del análisis DEA, resaltan desafíos en la gestión de residuos que deben ser tomados en cuenta, especialmente en las provincias menos eficientes. Estos hallazgos son relevantes en el contexto del campo de estudio, debido a que indican una dispersión en la eficiencia y gasto en los sistemas de gestión integral de residuos sólidos en el Ecuador, permitiendo observar que se necesita la implementación de políticas públicas y estrategias de inversión más efectivas.

Se estipula también la importancia de mejorar la infraestructura y la cobertura del servicio de barrido, aspectos que garantizan una gestión eficiente y sostenible de los residuos sólidos en el país. La investigación aporta conocimientos e indicadores útiles para una implementación de política pública enfocada en la optimización de recursos y uso responsable de los aspectos económicos en la gestión de residuos sólidos en los municipios del Ecuador.

## AGRADECIMIENTOS

Los Autores agradecen a la Universidad Técnica de Ambato por la oportunidad de desarrollar una investigación de esta índole y por el uso libre de diferentes bibliotecas y repositorios almacenados dentro de la misma con su respectiva cita bibliográfica y/o mención.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Batista, M., Goyannes Gusmão Caiado, R., Gonçalves Quelhas, O. L., Brito Alves Lima, G., Leal Filho, W., & Rocha Yparraquirre, I. T. (2021). A framework for sustainable and integrated municipal solid waste management: Barriers and critical factors to developing countries. *Journal of Cleaner Production*, 312. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127516>

- Camanho, A. S., Silva, M. C., Piran, F. S., & Lacerda, D. P. (2024). A literature review of economic efficiency assessments using Data Envelopment Analysis. In *European Journal of Operational Research* (Vol. 315, Issue 1, pp. 1–18). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.07.027>
- Canek, L., Tovar, A., Escamilla-García, P. E., Soto, F. P., & Rivera, G. (2024). Los Residuos Sólidos Urbanos, afectaciones ambientales y sociales: Una revisión crítica. *Revista Electrónica de Medio Ambiente*, 25(1), 29–51. <https://www.researchgate.net/publication/385245306>
- Chen, Y., Ma, X., Yan, P., & Wang, M. (2021). Operating efficiency in Chinese universities: An extended two-stage network DEA approach. *Journal of Management Science and Engineering*, 6(4), 482–498. <https://doi.org/10.1016/j.jmse.2021.08.005>
- Cotrina Cabello, G., Taype Landeo, O., & Ore Areche, F. (2020). Manejo integral de residuos sólidos para minimizar la contaminación del ambiente en el distrito de Panao, Huánuco, Perú. *Ambiente y Desarrollo*, 24(46), 1–10. <https://doi.org/10.11144/javeriana.ayd24-46.mirs>
- de Oliveira Lopes, A. C., Dantas, M. M. dos S., & Lima, M. A. M. (2024). Data Envelopment Analysis (DEA): An analysis of the efficiency in Space of State Schools in Region 4 of the Municipality of Fortaleza (CE). *Ensaio*, 32(124), 1–27. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362024003204283>
- Díaz Villavicencio, G. J., & Didonet, S. R. (2016). Eco-efficiency in the urban waste management at Catalunya. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4268.6489>
- Diéguez-Santana, K., de Decker, M., & Sarduy Pereira, L. (2021). Characterization and Quantification of Municipal Solid Waste in Fátima, Ecuadorian Amazon Parish. *Journal of Environmental Treatment Techniques*, 9(2), 392–401. [https://doi.org/10.47277/jett/9\(2\)401](https://doi.org/10.47277/jett/9(2)401)
- Fernández Asqui, G. A., Maquera Lupaca, R., & Tito Diaz, D. (2024). Gobiernos municipales y gestión integral de residuos sólidos en América Latina: Una revisión sistemática. *Revista de Climatología*, 24, 981–986. <https://doi.org/10.59427/rccli/2024/v24cs.981-986>
- Ferronato, N., Moresco, L., Guisbert Lizarazu, G., Gorritty Portillo, M., Conti, F., & Torretta, V. (2021). Sensitivity analysis and improvements of the recycling rate in municipal solid waste life cycle assessment: Focus on a Latin American developing context. *Waste Management*, 128, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.04.043>
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría* (5th ed.). McGrawHill.
- Habibzadeh, F. (2024). Data Distribution: Normal or Abnormal? *Journal of Korean Medical Science*, 39(3). <https://doi.org/10.3346/jkms.2024.39.e35>
- Jung, S., Son, J., Kim, C., & Chung, K. (2023). Efficiency Measurement Using Data Envelopment Analysis (DEA) in Public Healthcare: Research Trends from 2017 to 2022. In *Processes* (Vol. 11, Issue 3). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/pr11030811>
- Kurniawan, T. A., Liang, X., O'callaghan, E., Goh, H., Othman, M. H. D., Avtar, R., & Kusworo, T. D. (2022). Transformation of Solid Waste Management in China: Moving towards Sustainability through Digitalization-

- Based Circular Economy. Sustainability (Switzerland), 14(4). <https://doi.org/10.3390/su14042374>
- Lizárraga-Mendiola, L., López-León, L., & Vázquez-Rodríguez, G. (2022). Municipal Solid Waste as a Substitute for Virgin Materials in the Construction Industry: A Review. In Sustainability (Switzerland) (Vol. 14, Issue 24). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su142416343>
- López Barrantes, S. A. (2023). Revisión del estado del arte, de algunos sistemas de gestión integral de residuos sólidos en Colombia y en el mundo, para generar recomendaciones de implementación de buenas prácticas, en el municipio de Sopetrán departamento de Antioquia. Universidad EAFIT.
- Nieto-Cañarte, C., Guaman-Sarango, V., Vélez-Ruiz, M., Alcocer-Quinteros, R., & Sinchi-Rivas, C. (2024). Optimizing solid waste management strategies in rural Ecuador. *Sapienza*, 5(2). <https://doi.org/10.51798/sijis.v5i2.774>
- Ordóñez, M. L., & Martins, C. (2023). Current Scenarios of Circular Economy in Brazil and Ecuador. *Regional and Business Studies*, 15(2), 17–36. <https://doi.org/10.33568/rbs.4685>
- Ortega, O. V. D., Navarro Chávez, J. C. L., & Martínez, G. C. (2024). Efficiency of secondary education in Mexico, 2010-2017: A study at the municipal level through Data Envelopment Analysis. *Perfiles Latinoamericanos*, 32(63). <https://doi.org/10.18504/pl3263-003-2024>
- Ortiz Castro, G., & Contreras Rivera, J. R. (2023). Políticas públicas, gestión de residuos sólidos municipales y sostenibilidad ambiental. Una revisión. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 12258–12278. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i6.4253](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.4253)
- Padilla, L., Díaz, Á., & Anzules, W. (2024). Eco-management of end-of-life tires: Advances and challenges for the Ecuadorian case. In *Waste Management and Research*. SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/10.1177/0734242X241237104>
- Peñañiel-Arcos, P., Herrera-Feijoo, R., Toulkeridis, T., Ruiz-Sánchez, C., & Reyes-Villacrés, J. (2022). Management of domestic solid waste in rural communities – a case study of the Río Blanco community, Ecuador. *Green World Journal*, 5(3), 050–050. <https://doi.org/10.53313/gwj53050>
- Pilco, C. R. J., Magaly, G. C. S., Alexis, C. T. J., & Luis, A. J. (2024). Avances recientes para la obtención sostenible de biopolímeros a partir de almidones: una revisión. *STUDIES IN ENGINEERING AND EXACT SCIENCES*, 5(2), e9153. <https://doi.org/10.54021/seesv5n2-330>
- Romero Paredes, S. F., & Martínez Quinche, E. A. (2024). Análisis de la gestión Integral de Residuos Sólidos en el Cantón Naranjito, Provincia del Guayas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 10652–10667. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i5.14442](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14442)
- Ureña López, F. F. (2024). Eficiencia de bancos y cajas municipales en el Perú, una aplicación del análisis envolvente de datos, para el periodo 2003 - 2022. *Revista Científica Profundidad Construyendo Futuro*, 20(20), 95–104. <https://doi.org/10.22463/24221783.4391>
- Ventura Cancho, L. N. (2022). Gestión de residuos orgánicos no peligrosos del área agrícola para la aplicación de

tecnologías eco amigables: Revisión sistemática. Universidad César Vallejo.