



Revista Venezolana de Gerencia



Como citar: Abarca, Z., Barreto, U., Abarca, Y., y Barreto, O. (2024). Gestión de residuos de construcción y demolición en entornos urbanos desde la calidad ambiental *Revista Venezolana De Gerencia*, 29(Especial 11), 778-792. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.29.e11.46>

Universidad del Zulia (LUZ)
Revista Venezolana de Gerencia (RVG)
Año 29 No. Especial 11, 2024, 778-792
enero-junio
ISSN 1315-9984 / e-ISSN 2477-9423



Gestión de residuos de construcción y demolición en entornos urbanos desde la calidad ambiental

Abarca, Zirka*
Barreto, Urpi**
Abarca, Yasser***
Barreto, Orlando****

Resumen

Los residuos de construcción y demolición representan un grave problema ambiental debido a su gran volumen y los impactos negativos que generan. En Perú, esta situación se agrava por la acumulación de residuos en vertederos ilegales, la mala planificación urbana y la falta de participación ciudadana. Este estudio investiga la influencia de la gestión de los residuos de construcción y demolición en la calidad ambiental urbana. Se encuestó a responsables de obra de 84 domicilios en la ciudad del Cusco, utilizando un modelo de regresión logística ordinal. Se encontró una relación significativa entre la gestión de residuos y la calidad ambiental urbana, destacando la importancia de la planificación, organización y supervisión. Sin embargo, el estudio de caracterización de residuos no mostró un efecto significativo. Los resultados subrayan la urgencia de mejorar la gestión de residuos de construcción y demolición con normativas claras y concienciación, enfatizando la importancia de la reutilización de materiales y la colaboración intersectorial para abordar los desafíos ambientales.

Palabras clave: Gestión de residuos; construcción; calidad ambiental; contaminación.

Recibido: 18.03.24

Aceptado: 05.06.24

* Ingeniera Ambiental, profesional de planificación territorial, Universidad Continental, Cusco, Perú. Email: 72764165@continental.edu.pe. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5607-2036>

** Doctora en administración. Máster en Planificación y Gestión en la Ingeniería Civil, docente universitaria, Universidad Continental, Cusco, Perú. Email: ubarreto@continental.edu.pe (correspondencia del autor), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2205-67993>

*** Doctor en administración. Máster en Administración Estratégica de Negocios, docente universitario, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú. Email: yasser.abarca@unsaac.edu.pe, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7941-93462>

**** Doctor en administración, maestro en Economía, docente universitario en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú. Email: orlando.barreto@unsaac.edu.pe, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8608-270X>

Management of construction and demolition waste in urban environments from an environmental quality perspective

Abstract

Construction and demolition waste represents a serious environmental problem due to its large volume and the negative impacts it generates. In Peru, this situation is exacerbated by the accumulation of waste in illegal dumps, poor urban planning, and lack of citizen participation. This study investigates the influence of construction and demolition waste management on urban environmental quality. A survey was conducted among project managers of 84 households in the city of Cusco, using an ordinal logistic regression model. A significant relationship was found between waste management and urban environmental quality, highlighting the importance of planning, organization, and supervision. However, the waste characterization study did not show a significant effect. The results underscore the urgency of improving construction and demolition waste management with clear regulations and awareness, emphasizing the importance of material reuse and intersectoral collaboration to address environmental challenges.

Keywords: Waste management; construction; environmental quality; pollution.

1. Introducción

La industria de la construcción es reconocida por su alto volumen de residuos y su consumo extensivo de materias primas, lo que contribuye significativamente a la contaminación y la degradación ambiental (Arsenos, 2023). Una gestión deficiente de los RCD puede causar daños severos a la salud humana y al entorno, con depósitos inadecuados que afectan paisajes urbanos y obstruyen la movilidad en áreas públicas (Yi & Wu, 2023).

Estudiar la relación causal entre la gestión de residuos de construcción y la calidad ambiental urbana es crucial debido a su significativo impacto ambiental. La mala gestión de estos residuos degrada los espacios

públicos y contribuye a problemas como la contaminación del agua y el cambio climático (Atta & Bakhoum, 2023; Silva & Yarasca-Aybar, 2023). El rápido crecimiento de la industria de la construcción exacerba estos problemas, destacando la necesidad de estrategias colaborativas para mitigar el daño ambiental y promover prácticas sustentables (He, 2022; Ting et al, 2022).

En Perú, la industria de la construcción, que representa el 19% del PIB, enfrenta problemas de gestión de RCD, con la mayoría de los residuos terminando en vertederos informales y ríos (Ortecho, 2020; Rondinel-Oviedo, 2021). Cusco, ciudad Patrimonio de la Humanidad y centro turístico (Silverman, 2020), sufre desafíos ambientales debido al crecimiento demográfico y

la expansión de infraestructuras sin planificación urbana adecuada, lo que ha incrementado la contaminación y los vertidos ilegales de residuos de construcción.

La gestión inadecuada de los RCD en Cusco contamina el suelo y el agua, libera sustancias tóxicas que afectan la biodiversidad y contribuye al agotamiento de recursos naturales. Los esfuerzos locales de limpieza y reforestación son insuficientes debido a la baja participación ciudadana y la falta de planificación adecuada. Esto dificulta la regulación y gestión de residuos, limitando el reciclaje y la concienciación sobre el problema.

Siendo más precisos, en Cusco, la falta de planificación y coordinación entre los niveles de gobierno provoca una gestión ineficaz de los RCD. Las políticas están desarticuladas y la previsión es inadecuada, impidiendo el desarrollo de infraestructuras para su tratamiento y disposición. Además, la organización de los gobiernos para gestionar estos residuos es ineficaz, con roles y responsabilidades poco claros. La supervisión y el monitoreo son deficientes debido a inspecciones irregulares y la falta de tecnología adecuada. Además, la ausencia de estudios detallados sobre la caracterización de los RCD dificulta la toma de decisiones informadas.

Por ello, investigar la gestión de RCD y su influencia en la calidad ambiental en Cusco es crucial para entender cómo mejorar la salud pública, conservar la biodiversidad y promover prácticas sostenibles, además de guiar políticas de planificación urbana más efectivas y aumentar la participación ciudadana en la gestión de RCD. Esto

contribuirá a un entorno urbano más saludable y sostenible.

2. Gestión de residuos de construcción y demolición

Los residuos de construcción y demolición (RCD) incluyen materiales variados, desde hormigón y madera hasta residuos peligrosos como pinturas, cuyo manejo inadecuado puede causar graves problemas ambientales y de salud (Kumar & Sood, 2022). La gestión de RCD es crucial para evitar la degradación de espacios públicos y problemas ambientales como la contaminación del agua y la emisión de sustancias nocivas. Dicha gestión manejada de forma ineficiente, como la quema a cielo abierto, libera compuestos peligrosos, afectando el suelo, aire, flora y fauna, y obstruyendo ríos, lo que puede provocar deslizamientos e inundaciones (Ruggiero, 2023). Las estrategias para mejorar la gestión ambiental los RCD buscan reducir estos impactos, promoviendo el uso y reciclaje de residuos y modelos de economía circular, beneficiando al medio ambiente, la economía y la seguridad pública (Kaja & Goyal, 2023). Además, para transformar los RCD en recursos valiosos se plantean estrategias como modelos Lean, reciclaje y reutilización (Calluche-Avendaño et al, 2022), asimismo, la cooperación comunitaria y gubernamental y el uso de tecnologías avanzadas son esenciales para desarrollar políticas efectivas (Atta & Bakhoun, 2023). Para mejorar la comprensión de la variable se detallan sus dimensiones en el cuadro 1.

Cuadro 1

Dimensiones de la variable gestión de residuos de construcción y demolición

Planificación	Planificar la gestión de residuos de construcción implica considerar el comportamiento de los contratistas, el impacto del transporte en la contaminación y factores críticos del proyecto (Bajjou & Chafi, 2021; Naji et al, 2022; Shahid et al, 2022; Yi & Wu, 2023). Cuantificar los residuos y proponer planes de manejo adaptados a condiciones locales es esencial, y el uso de modelos de pronóstico avanzados para mejorar la sostenibilidad al reducir impactos ambientales negativos (Yi & Wu, 2023).
Organización	Para organizar los residuos de construcción eficientemente, es crucial considerar el ciclo de vida de los materiales, utilizando modelos matemáticos para decisiones óptimas (Azarov & Burlachenko, 2023). Además, el sistema de procesamiento debe tratarse como subsistemas interconectados para una gestión efectiva (Omer et al, 2022). Integrar modelos de información para predecir residuos y medidas de gestión ambiental, minimiza el impacto y mejora la competitividad en los proyectos de construcción (Ginzburg, 2019).
Supervisión	Para monitorear los desechos de construcción, es esencial utilizar técnicas de observación de la Tierra y redes a prueba de polvo para reducir la contaminación (Li et al, 2022). La automatización de auditorías mediante algoritmos de procesamiento de imágenes y aprendizaje profundo permite una cuantificación continua de residuos (Shahid et al, 2022). Además, medir cuantitativamente los residuos materiales mejora la planificación y ejecución de proyectos, destacando su impacto en los costos y la necesidad de estrategias de gestión (Martínez et al, 2022).
Estudio de caracterización	Para caracterizar los residuos de construcción y demolición, es esencial comprender el comportamiento de los contratistas y las decisiones de transporte de residuos, así como utilizar técnicas avanzadas de análisis como la difracción de rayos X y la microscopía electrónica (Yi & Wu, 2023). El empleo de enfoques de macro-componente y herramientas de minería de datos permite una estimación detallada de los flujos de desechos (Tirado et al, 2021). Además, la incorporación de materiales de desecho en procesos constructivos y estrategias de gestión como el reciclaje y la reutilización mejora la sostenibilidad (Banias et al, 2022; Paillet, 2022)

Fuente: Elaboración propia basada en Ginzburg, (2019); Bajjou & Chafi, (2021); Tirado et al, (2021); Banias et al, (2022); Li et al, (2022); Martínez et al, (2022); Naji et al, (2022); Omer et al, (2022); Paillet, (2022); Shahid et al, (2022); Yi & Wu, (2023) y Azarov & Burlachenko, (2023).

3. Calidad ambiental urbana

La calidad ambiental urbana se refiere al estado general del medio ambiente en áreas urbanas, considerando factores como la contaminación, los espacios verdes, el ruido y la urbanización. Este aspecto es crucial para lograr un desarrollo urbano sostenible y tiene un impacto directo en la calidad de vida de los residentes

de las ciudades (Rastyapina et al, 2022). Evaluar la calidad del entorno urbano permite identificar áreas que necesitan mejoras, promoviendo así un desarrollo más equitativo y saludable. La percepción de la calidad de vida en áreas urbanas está influenciada en gran medida por el entorno construido (Wesz et al, 2023). Para mejorar la comprensión de la variable se detallan sus dimensiones en el cuadro 2.

Cuadro 2 Dimensiones de la variable calidad ambiental urbana

Factores ambientales	Los RCD tienen un impacto significativo en diversos factores ambientales. Los malos métodos de eliminación de estos residuos afectan negativamente la calidad del suelo (Kaur & Sharma, 2023). Además, el diseño de los RCD influye visualmente en el diseño urbano, afectando la estética y la planificación de las ciudades (K. Chen et al, 2020). Por otro lado, la acumulación de RCD en las vías públicas contribuye a la generación de partículas, lo cual tiene repercusiones directas en la salud de la población (Yi & Wu, 2023).
Espacios públicos	Al considerar los espacios públicos en el proceso de residuos de construcción que inciden en la calidad ambiental urbana, se deben tomar en cuenta el papel que juegan dichos residuos, ya que son cruciales en la conformación del paisaje urbano y los espacios públicos, ya que una mala gestión de los residuos puede tener un impacto negativo en el medio ambiente y la salud pública (Silva & Yarasca-Aybar, 2023). Además, la incorporación de prácticas de reciclaje y reutilización de residuos, como se destaca en Calluche-Avendaño et al, (2022), no solo minimiza la contaminación, sino que contribuye al desarrollo económico y social. Al integrar estos enfoques, las ciudades pueden transformar los desechos de la construcción en recursos valiosos, creando espacios públicos más limpios, estéticamente agradables y sostenibles para residentes y visitantes por igual.
Factores socioculturales	Los factores socioculturales influyen significativamente en la gestión de RCD, afectando las decisiones y prácticas de manejo de residuos. La aceptación comunitaria, cooperación gubernamental, niveles de conciencia, seguridad en la construcción y oportunidades de empleo son subcriterios socioculturales clave (Past et al, 2023). Además, creencias culturales y experiencias, como la preferencia por la reutilización en Nigeria, también moldean estas prácticas (Sonkar & Misra, 2022). La participación de expertos locales es crucial para decisiones sostenibles, subrayando la importancia de integrar influencias socioculturales en estrategias efectivas de manejo de RCD.

Fuente: Elaboración propia basada en K. Chen et al, (2020); Sonkar & Misra, (2022); Calluche-Avendaño et al, (2022); Kaur & Sharma, (2023); Past (2023); Silva & Yarasca-Aybar, (2023); Yi & Wu, (2023).

4. Perspectiva metodológica

Este estudio cuantitativo se enfoca en describir y analizar las relaciones causales entre la gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) y la calidad ambiental urbana. Se adoptó un diseño no experimental y transversal para llevar a cabo la investigación. Utilizando datos del último censo realizado en el año 2017 del Instituto Nacional de Estadística e Informática de Perú, y utilizando los datos proyectados ofrecidos para el año 2024 por el mismo Instituto, se prevé que Cusco contará con aproximadamente 464,000 viviendas, de las cuales 2,800 estarán en construcción

o demolición.

El Cusco cuenta con 8 distritos de los cuales él estudió se centró específicamente en el distrito de San Sebastián, notable por su extensión y rápido crecimiento urbano, teniendo una proyección de construcción de 107 viviendas, lo cual contribuye a una mayor generación de RCD y, por ende, a un impacto significativo en el ambiente. Para examinar estas edificaciones, primero se realizó una muestra probabilística obteniendo 84 viviendas para la recolección de datos, luego el distrito se dividió en siete zonas utilizando un mapa catastral, tal como se detalla en el mapa 1.

Mapa 1 Ubicación de las zonas críticas y viviendas de estudio



Se realizó una encuesta de percepción a los responsables de cada construcción. Para esto, se empleó un cuestionario con una escala de Likert de cinco puntos que fue previamente validado por expertos. Además, se aseguró la confiabilidad del instrumento a través del análisis de Omega de McDonald, obteniendo un valor de 0.88, lo cual indica una alta confiabilidad. Se llevó a cabo un análisis estadístico descriptivo para caracterizar las variables, seguido de la implementación de un modelo de regresión logística ordinal para investigar las relaciones causales entre ellas.

5. Gestión de RCD y Calidad ambiental urbana: Resultados y Análisis

Los resultados de la gestión de residuos de construcción y demolición de la tabla 1 indican que existe una falta general de claridad y conocimiento sobre la planificación, organización, supervisión y estudio de caracterización de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) por los principales actores de las obras; es decir, la mayoría de los encuestados no tiene una opinión clara sobre estos aspectos.

Tabla 1
Gestión de Residuos de Construcción y Demolición

Dimensiones	Totalmente en desacuerdo		En desacuerdo		Ni de acuerdo ni en desacuerdo		De acuerdo		Totalmente de acuerdo	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Planificación	0	0	5	6,0	55	65,5	18	21,4	6	7,1
Organización	3	3,6	13	15,5	64	76,2	4	4,8	0	0
Supervisión	0	0	5	6,0	19	22,6	41	48,8	19	22,6
Estudio de caracterización	4	4,8	14	16,7	39	46,4	27	32,1	0	0

Además, se evidencian discrepancias en cuanto a la responsabilidad municipal en la gestión de estos residuos, la existencia de incentivos económicos y la implementación de medidas de supervisión y control. Por otro lado, se señalan deficiencias en la organización de la gestión de RCD, con falta de centros de acopio, plantas de valorización y una oficina dedicada a esta tarea en la municipalidad. La falta de formalización de los recicladores y la ausencia de inclusión de los RCD en el servicio de limpieza municipal agravan la situación. Además, la falta de un registro adecuado dificulta la caracterización de

los RCD.

Los resultados de la calidad ambiental urbana de la tabla 2, revelan que la mayoría de los encuestados reconocen los factores ambientales relacionados con la disposición inadecuada de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD), demostrando conciencia sobre los impactos negativos en la calidad del suelo, la estética urbana, los hábitats naturales y la contaminación del aire. Este reconocimiento sugiere una percepción generalizada de los riesgos ambientales asociados con la gestión inadecuada de los RCD.

Tabla 2
Calidad ambiental urbana

Dimensiones	Totalmente en desacuerdo		En desacuerdo		Ni de acuerdo ni en desacuerdo		De acuerdo		Totalmente de acuerdo	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Factores ambientales	0	0	2	2,4	2	2,4	47	56,0	33	39,3
Espacios públicos	2	2,4	2	2,4	25	29,8	47	56,0	8	9,5
Factores socioculturales	2	2,4	10	11,9	34	40,5	30	35,7	8	9,5

En cuanto a los espacios públicos, se aprecia que existe una comprensión generalizada sobre la importancia de estos espacios para la sociedad, no obstante, la falta de reutilización de los materiales de construcción sugiere una oportunidad perdida para mejorar el entorno urbano. Sin embargo, se percibe un deterioro temporal en las áreas verdes durante la construcción o demolición, la práctica común de su restauración al final del proceso indica un reconocimiento de la necesidad de mitigar los impactos negativos. Sin embargo, persiste una percepción neutral sobre los factores socioculturales relacionados con la gestión de RCD, reflejando un conocimiento limitado

sobre las campañas de sensibilización y la falta de valorización de estos residuos para un segundo uso.

La Tabla 3 muestra los resultados de las pruebas de normalidad para dos variables usando las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk. Los datos sobre Gestión de residuos de construcción y demolición están normalmente distribuidos según ambas pruebas. Sin embargo, los datos sobre Calidad ambiental urbana no siguen una distribución normal, como lo indican ambas pruebas. Dado que los datos no siguen una distribución normal, se opta por utilizar un modelo de regresión logística ordinal para explorar las relaciones causales entre las variables.

Tabla 3
Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Gestión de residuos de construcción y demolición	,068	84	,200 [*]	,978	84	,160
Calidad ambiental urbana	,213	84	,000	,896	84	,000

Se empleó un modelo de regresión logística ordinal para examinar cómo las diferentes dimensiones de la gestión de residuos de construcción y demolición (planificación, organización, supervisión y estudio de caracterización) influyen en la probabilidad de diferentes categorías de calidad ambiental urbana. La prueba de omnibus reveló que el modelo es estadísticamente significativo, donde se obtuvo un valor de $X^2=65.916$ y $p<0.001$, lo que indica que, la variable "Gestión de Residuos de Construcción y Demolición"

mejora notablemente la capacidad del modelo para explicar la variabilidad en la Calidad Ambiental Urbana.

La Tabla 4 muestra los valores de pseudo R^2 , indicando un buen ajuste del modelo de regresión logística. El pseudo R^2 de Nagelkerke destaca que aproximadamente el 76% de la variabilidad ha sido explicada por el modelo, señalando un alto poder explicativo para un modelo logístico y sugiriendo un ajuste adecuado en el análisis de la calidad ambiental urbana.

Tabla 4
Pseudo R cuadrado

Cox y Snell	.591
Nagelkerke	.760
McFadden	.595
Función de enlace: Logit.	

La Tabla 5 resume cómo diferentes aspectos de la gestión de residuos de construcción y demolición se relacionan con la calidad ambiental urbana. Cada fila representa un aspecto, como la planificación, organización, supervisión

y estudio de caracterización de residuos. Los números en la columna «B(ES)» indican la influencia de cada aspecto en la calidad ambiental: positivos implican una asociación positiva, negativos una asociación negativa.

Tabla 5
Modelo de regresión logística para el efecto de la calidad ambiental urbana

Gestión de residuos de construcción y demolición	B(ES)	p	95% IC para OR		
			Odds Ratio	Inferior	Superior
Planificación	0.771 (0.2198)	< 0.001	2.162	1.405	3.326
Organización	0.62 (0.2026)	0.002	1.86	1.250	2.766
Supervisión	1.129 (0.3403)	< 0.001	3.092	1.587	6.024
Estudio de caracterización de residuos de construcción y demolición	0.26 (0.3998)	0.515	1.298	0.593	2.841

Los valores de "p" muestran si estas asociaciones son significativas estadísticamente, y los intervalos de confianza en la Odds Ratio indican la precisión de estas estimaciones. En relación con la planificación de la gestión de residuos de construcción y demolición, cada punto adicional se asocia con un aumento significativo en la probabilidad de una mejor calidad ambiental urbana, con un aumento de 2.162 veces en la Odds Ratio, según revela el análisis estadístico. De manera similar, la organización en la gestión de residuos muestra una asociación positiva, con un aumento de 1.86 veces en la probabilidad de una mejor calidad ambiental por cada punto adicional.

La supervisión también desempeña un papel crucial, ya que cada punto adicional se asocia con un incremento de 3.092 veces en la probabilidad de mejora ambiental, destacando su importancia en el proceso. Sin embargo, el estudio de caracterización de residuos de construcción y demolición no demostró tener un efecto significativo en la calidad ambiental urbana, según indica el análisis estadístico, con una Odds Ratio que no difiere significativamente de 1 y un valor p que no alcanza la significancia estadística.

Es decir, los resultados indican que las variables de Planificación, Organización y Supervisión tienen un impacto estadísticamente significativo y positivo en la calidad ambiental, con Odds ratios que sugieren aumentos sustanciales en la probabilidad de mejorar esta calidad. En contraste, el Estudio de caracterización de residuos no mostró un impacto significativo.

Gestión de residuos de construcción y demolición: Los hallazgos revelan deficiencias en la claridad de la planificación y organización de la gestión

de residuos de construcción y demolición (RCD), así como un conocimiento limitado sobre las normativas municipales y discrepancias en las responsabilidades asignadas. Investigaciones recientes, como la de Cha et al. (2023), señalan que tanto en países desarrollados como en desarrollo, la gestión deficiente y la falta de regulación constituyen obstáculos considerables. Esto subraya la necesidad urgente de cerrar las brechas de conocimiento y armonizar las normativas para optimizar las prácticas de gestión de residuos.

Además, se enfatiza la importancia de fortalecer la divulgación de estas normativas y de establecer requisitos claros para una planificación efectiva. Ghanbari (2022) destaca que la falta de conciencia y conocimiento sobre las prácticas de reducción, reutilización y reciclaje (3R) es un obstáculo significativo, lo que resalta la necesidad de mejorar la comprensión y el cumplimiento de las regulaciones.

Los desafíos en la gestión de residuos de construcción y demolición incluyen una infraestructura inadecuada y la falta de medidas municipales efectivas para la limpieza de residuos en espacios públicos. La supervisión de construcciones y demoliciones recibe apoyo, pero enfrenta obstáculos debido a las limitaciones del personal municipal y las demandas de una población en aumento.

Estos puntos son consistentes con los hallazgos de (Mapira, 2023), quien señala que la deficiencia en infraestructura y acciones municipales complica la limpieza de estos residuos. Berlan (2023) agrega que estas limitaciones, junto con el crecimiento poblacional, dificultan aún más la supervisión efectiva. Al-Otaibi et al, (2022) concluyen que la gestión inadecuada, la

regulación insuficiente y las restricciones financieras representan los principales retos para una gestión sostenible de los residuos de construcción, tanto en países desarrollados como en desarrollo.

Aunque existe supervisión, la gestión de residuos en vías públicas no se controla uniformemente, destacando la necesidad de mejorar la cobertura y consistencia en la fiscalización. El estudio de Awino & Apitz (2023), concuerda con esto, señalando que, a pesar de los esfuerzos, las políticas de gestión de residuos enfrentan desafíos en su implementación efectiva, lo que obstaculiza la protección ambiental. La disposición irregular de residuos de construcción en espacios públicos sigue siendo un problema significativo que demanda mejores controles.

Algunos encuestados mostraron falta de conocimiento sobre las características y el volumen de los residuos de construcción y demolición (RCD), subrayando la necesidad de un mejor registro y base de datos para facilitar respuestas precisas y mejorar la conciencia sobre su clasificación y disposición adecuada. La literatura destaca propuestas innovadoras para optimizar la gestión de RCD, como dispositivos de trituración y reciclaje, y sistemas de gestión con tecnología de localización y comunicación que permiten monitorear vehículos de servicio y mejorar la cobertura de la gestión de residuos en espacios públicos. Además, se menciona la implementación de sistemas avanzados con dispositivos móviles de prensado y consolas de monitoreo para fortalecer las operaciones de recogida y reciclaje de residuos (B. Chen et al, 2022).

Calidad Ambiental Urbana: Un porcentaje significativo de encuestados muestra una percepción neutral sobre

la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD), principalmente debido a la falta de información proporcionada por las autoridades municipales. A pesar de una conciencia limitada sobre las campañas de sensibilización, existe un compromiso comunitario evidente, ya que la mayoría participa en actividades de recuperación y reforestación. Sin embargo, los encuestados también destacan la escasa reutilización de RCD y la ausencia de un mercado para materiales reciclados en la ciudad. Según Barakat & Srouf (2023), la generación significativa de residuos en las actividades de construcción subraya la necesidad de estrategias de gestión más eficaces para minimizar el impacto ambiental.

En regiones con infraestructuras maduras de gestión de RCD, Shilkina (2023) señala que la complejidad de los materiales aceptados por las instalaciones de desechos representa un desafío para los contratistas en el desarrollo de planes óptimos de manejo de residuos. Arsenos (2023) agrega que la implementación de sistemas adecuados de gestión de documentos en proyectos de construcción puede reducir significativamente el volumen de residuos, beneficiando tanto al medio ambiente como a la rentabilidad del proyecto. Atta & Bakhom (2023) enfatizan la importancia de estudios sobre la viabilidad medioambiental del reciclaje de RCD, especialmente en regiones ricas en áridos naturales, para promover la sostenibilidad y reducir los riesgos ambientales.

Causalidad entre las variables: La investigación empleó un modelo de regresión logística ordinal para evaluar la relación entre la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) y la calidad ambiental urbana, revelando

una conexión significativa. El análisis del Pseudo R cuadrado confirmó que el modelo explica adecuadamente la variabilidad en la calidad ambiental urbana, alineándose con Schützenhofer et al, (2022), quienes subrayan la necesidad de una gestión eficiente de RCD para mejorar la sostenibilidad ambiental.

Ambos estudios coinciden en la importancia de políticas integrales que incluyan fiscalización, sanciones y clasificación de residuos desde las etapas iniciales de construcción, y destacan la colaboración entre políticas municipales y la industria de la construcción para una gestión efectiva de residuos. Esta sinergia optimiza el manejo de residuos desde su generación hasta su tratamiento final, contribuyendo a la sostenibilidad de la industria. A diferencia de Al-Raqeb et al, (2023), quienes resaltan la necesidad de regulaciones ambientales efectivas y la participación pública para fomentar prácticas de reciclaje y legislación reforzada. La cooperación global y el intercambio de prácticas exitosas entre municipios y naciones son cruciales para avanzar hacia una gestión de residuos más sostenible.

La planificación, organización y supervisión mostraron asociaciones positivas significativas, en concordancia con Yi & Wu (2023), quienes enfatizan estas áreas en la gestión de RCD. Esto es coherente con lo declarado por Elena et al, (2022), quienes sugieren que la naturaleza distribuida de la generación de residuos en sitios de construcción requiere estrategias de gestión específicas centradas en la planificación y logística del sitio y el cumplimiento de políticas. Asimismo, se coincide con Gorbachevskii et al, (2021), en que los municipios son fundamentales

para implementar planes de acción que fomenten prácticas de economía circular y promuevan la sostenibilidad y resiliencia urbanas.

Sin embargo, el estudio de caracterización de residuos no mostró un efecto significativo en la calidad ambiental urbana. Esto se debe a la falta de áreas designadas para la disposición de residuos y a la subvaloración de la clasificación de RCD por parte de los responsables de obra. Esto difiere a lo declarado por Colorado et al, (2022) y Laadila et al, (2022), quienes enfatizan que la caracterización es esencial para desarrollar prácticas sostenibles y maximizar la reutilización de los RCD, contribuyendo a una gestión eficiente de residuos y la conservación de recursos.

6. Conclusiones

Los resultados muestran una falta de claridad y conocimiento entre los encuestados sobre la gestión de RCD, con discrepancias en la responsabilidad municipal y deficiencias en la infraestructura. Aunque se reconoce el impacto negativo de la disposición inadecuada de los RCD en el medio ambiente, la reutilización de materiales es limitada. El análisis de regresión logística ordinal destaca la importancia de la planificación, organización y supervisión en la mejora de la calidad ambiental urbana. Sin embargo, el estudio de caracterización de residuos no mostró un efecto significativo, lo que sugiere la necesidad de enfoques adicionales.

Es urgente mejorar la gestión de residuos de construcción y demolición mediante normativas claras y mayor concienciación pública. La participación municipal es crucial, junto con la promoción de la reutilización de materiales

para reducir el impacto ambiental. La mejora en la planificación y supervisión puede llevar a una considerable mejora en la calidad ambiental urbana. Aunque el estudio de caracterización no tuvo un impacto significativo en esta ocasión, sigue siendo una herramienta esencial para promover la sostenibilidad en la construcción.

El estudio asegura la fiabilidad de la encuesta mediante el análisis de Omega de McDonald, aunque se reconoce la posible variabilidad en las respuestas debido a influencias externas. Factores no controlados, como políticas gubernamentales y cambios económicos, podrían afectar la gestión de residuos y la calidad ambiental urbana, sugiriendo la necesidad de considerar estas variables en futuras investigaciones. Esta investigación proporciona una base para mejorar políticas y programas, destacando la necesidad de tecnologías avanzadas y colaboración entre sectores para abordar estos desafíos.

Referencias bibliográficas

- Al-Otaibi, A., Bowan, P. A., daiem, M. M. A., Said, N., Ebohon, J., Alabdullatief, A., Al-Enazi, E., & Watts, G. (2022). Identifying the Barriers to Sustainable Management of Construction and Demolition Waste in Developed and Developing Countries. *Sustainability*, 14(13), 7532. <https://doi.org/10.3390/su14137532>
- Al-Raqeb, H., Ghaffar, S. H., Al-Kheetan, M. J., & Chougan, M. (2023). Understanding the challenges of construction demolition waste management towards circular construction: Kuwait Stakeholder's perspective. *Cleaner Waste Systems*, 4, 100075. <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2023.100075>
- Arsenos, P. J. (2023). Construction Projects' Waste Prevention and Expected Minimization of Cost and Environmental Impacts through Adopting a Comprehensive System for Document Management. *Environmental Research, Engineering and Management*. <https://doi.org/10.5755/j01.ereem.79.2.33532>
- Atta, I. A., & Bakhoum, E. S. (2023). Environmental feasibility of recycling construction and demolition waste. *International Journal of Environmental Science and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s13762-023-05036-y>
- Awino, F. B., & Apitz, S. E. (2023). Solid Waste Management in the Context of the Waste Hierarchy and Circular Economy Frameworks: An International Critical Review. *Integrated Environmental Assessment and Management*. <https://doi.org/10.1002/ieam.4774>
- Azarov, V. N., & Burlachenko, A. O. (2023). The construction production organization taking into account the ecological safety of the decisions taken. *Биосферная Совместимость: Человек, Регион, Технологии*, 1(41), 76–83. <https://doi.org/10.21869/2311-1518-2023-41-1-76-83>
- Bajjou, M. S., & Chafi, A. (2021). Exploring the critical waste factors affecting construction projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/ECAM-12-2020-1097>
- Banias, G., Karkanias, C., Batsioulas, M., Melas, L. D., Malamakis, A., Geroliolios, D., Skoutida, S., & Spiliotis, X. (2022). Environmental Assessment of Alternative Strategies for the Management of Construction and Demolition Waste: A Life Cycle

- Approach. *Sustainability*, 14(15), 9674. <https://doi.org/10.3390/su14159674>
- Barakat, B., & Srour, I. (2023). A multi-stakeholder digital platform for regional construction and demolition waste management. *Haikibutsu Gakkaishi*, 734242X231175818-734242X231175818. <https://doi.org/10.1177/0734242X231175818>
- Berlan, A. (2023). *Waste Works*. <https://doi.org/10.1215/9781478024217>
- Calluche-Avendaño, F., Castillo-Flores, K., & Viacava-Campos, G. (2022). *Improving Construction Waste Management using Transportation Management and Lean Tools at a Construction and Hydrocarbons Company*. 166–170. <https://doi.org/10.1109/ICIM56520.2022.00037>
- Cha, G.-W., Hong, W.-H., Choi, S.-H., & Kim, Y.-C. (2023). Developing an Optimal Ensemble Model to Estimate Building Demolition Waste Generation Rate. *Sustainability*, 15(13), 10163. <https://doi.org/10.3390/su151310163>
- Chen, B., Du, L., Yuan, J., Sun, X. J., Pathirage, M., Sun, W., & Feng, J. (2022). A Experimental Study on Engineered Cementitious Composites (ECC) Incorporated with *Sporosarcina pasteurii*. *Buildings*, 12(5), 691. <https://doi.org/10.3390/buildings12050691>
- Chen, K., Wang, J., Zhang, J., & Yu, B. (2020). *Scientific Mapping Analysis of Environmental Impacts of Construction and Demolition Waste*. 485–503. https://doi.org/10.1007/978-981-16-3587-8_32
- Colorado, H. A., Muñoz, A. H., & Monteiro, S. N. (2022). Circular Economy of Construction and Demolition Waste: A Case Study of Colombia. *Sustainability*, 14(12), 7225. <https://doi.org/10.3390/su14127225>
- Elena, S., Konstantinos, K., & Giorgos, G. (2022). *Integrated Management of Construction and Demolition Waste as Key Factor of Urban Circular Economy*. 1(2), 197–209. <https://doi.org/10.3126/josem.v1i2.45363>
- Ghanbari, M. (2022). Dynamic Analysis of Construction and Demolition Waste Management System (A Case Study of Tehran, Iran). *Advances in Civil Engineering*, 2022, 1–16. <https://doi.org/10.1155/2022/9348027>
- Ginzburg, A. (2019). *Information modeling of the construction and demolition waste system*. 97, 1020. <https://doi.org/10.1051/E3SCONF/20199701020>
- Gorbachevskii, V. P., Pakhomova, L. A., & Borovskih, A. V. (2021). *Reorganization of Waste Management Scheme for Construction and Demolition*. 1079(7), 72028. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1079/7/072028>
- He, Q. (2022). Research on Urban Construction Waste-Based on Evolutionary Game Analysis. *Frontiers in Sustainable Development*, 2(12), 1–10. <https://doi.org/10.54691/fsd.v2i12.3276>
- Kaja, N., & Goyal, S. (2023). Impact of construction activities on environment. *International Journal of Engineering Technologies and Management Research*, 10(1). <https://doi.org/10.29121/ijetmr.v10.i1.2023.1277>
- Kaur, B., & Sharma, A. K. (2023). Evaluating geotechnical characteristics of local clay using construction demolition waste and jute fiber. *Nucleation and Atmospheric Aerosols*. <https://doi.org/10.1063/5.0121855>
- Kumar, A., & Sood, D. H. (2022). Experimental Investigation on M25

- & M30 Concrete with Construction & Demolition (C&D) Waste. *International Journal For Science Technology And Engineering*, 10(7), 1407–1419. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.45481>
- Laadila, M. A., LeBihan, Y., Caron, R. F., & Vaneekhaute, C. (2022). Physical and chemical characterization of construction, renovation and demolition waste in the Quebec province. *Cleaner Waste Systems*, 100002. <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2022.100002>
- Li, Z., Guo, H., Zhang, L., Liang, D., Zhu, Q., Liu, X., & Zhou, H. (2022). Time-Series Monitoring of Dust-Proof Nets Covering Urban Construction Waste by Multispectral Images in Zhengzhou, China. *Remote Sensing*, 14(15), 3805. <https://doi.org/10.3390/rs14153805>
- Mapira, J. (2023). Challenges confronting local authorities in solid waste management: the case of dangamvura residential area, mutare, zimbabwe. *European Journal of Social Sciences Studies*, 8(5). <https://doi.org/10.46827/ejsss.v8i5.1477>
- Martinez, P., Mohsen, O., Al-Hussein, M., & Ahmad, R. (2022). Vision-based automated waste audits: a use case from the window manufacturing industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 119(11–12), 7735–7749. <https://doi.org/10.1007/s00170-022-08730-2>
- Naji, K. K., Gunduz, M., & Hamaidi, M. F. (2022). Major Factors Affecting Construction Waste Management in Infrastructure Projects Using Structural Equation Model. *Journal of Construction Engineering and Management-Asce*, 148(10). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0002358](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0002358)
- Omer, M. M., Rahman, R. A., & Almutairi, S. (2022). Construction waste recycling: Enhancement strategies and organization size. *Physics and Chemistry of The Earth*, 126, 103114. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2022.103114>
- Ortecho, A. M. L. de. (2020). Incidencia de las políticas empresariales medioambientales en la gestión de residuos sólidos en el sector construcción, Lima 2018. *Industrial Data*, 23(2), 83–93. <https://doi.org/10.15381/IDATA.V23I2.17948>
- Paillet, C. (2022). An investigation of demolished floor and wall ceramic tile waste utilization in fired brick production. *Environmental Technology and Innovation*, 25, 102228. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.102228>
- Past, V., Yaghmaeian, K., Naderi, M., & Naderi, N. (2023). Management of the construction and demolition waste (CDW) and determination of the best disposal alternative by FAHP (Fuzzy Analytic Hierarchy Process): A case study of Tehran, Iran. *Journal of The Air & Waste Management Association*, 73(4), 271–284. <https://doi.org/10.1080/10962247.2023.2178542>
- Rastyapina, O. A., Prokopenko, V. V., & Ganzha, O. (2022). Urbanized Environment Quality Assessment Methodology. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 988(4), 42076. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/988/4/042076>
- Rondinel-Oviedo, D. R. (2021). Construction and demolition waste management in developing countries: a diagnosis from 265 construction sites in the Lima Metropolitan Area. *The International Journal of Construction Management*, 1–12.

<https://doi.org/10.1080/15623599.2021.1874677>

- Ruggiero, R. (2023). From rubbles to digital material bank. A digital methodology for construction and demolition waste management in post-disaster areas. *Environmental Research & Technology*, 6(2), 151–158. <https://doi.org/10.35208/ert.1290843>
- Schützenhofer, S., Kovacic, I., Rechberger, H., & Mack, S. (2022). Improvement of Environmental Sustainability and Circular Economy through Construction Waste Management for Material Reuse. *Sustainability*, 14(17), 11087. <https://doi.org/10.3390/su141711087>
- Shahid, M. U., Thaheem, M. J., & Arshad, H. (2022). Quantification and benchmarking of construction waste and its impact on cost – a case of Pakistan. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 30(6), 2304–2333. <https://doi.org/10.1108/ecam-07-2019-0375>
- Shilkina, S. (2023). BIM-technologies in solving the problems of construction waste management. *Construction and Architecture*, 11(1), 6. <https://doi.org/10.29039/2308-0191-2022-11-1-6-6>
- Silva, J. B. da, & Yarasca-Aybar, C. (2023). Solid waste management and urban environmental quality of public space in Chiclayo, Peru. *City and Environment Interactions*, 20, 100112. <https://doi.org/10.1016/j.cacint.2023.100112>
- Silverman, H. (2020). The Inca in the Plaza: debating change in the World Heritage historic urban centre of Cusco, Peru. *International Journal of Heritage Studies*, 26(11), 1092–1108. <https://doi.org/10.1080/13527258.2020.1746921>
- Sonkar, P., & Misra, S. (2022). Strengthening of contractual provisions for construction and demolition waste management. *Proceedings of International Structural Engineering and Construction*, 9(1). [https://doi.org/10.14455/10.14455/isec.2022.9\(1\).sus-18](https://doi.org/10.14455/10.14455/isec.2022.9(1).sus-18)
- Ting, S. N., Sakawi, A. M. F. N. B. A., Lau, H. H., & Whyte, A. (2022). Minimisation of Construction Waste Using the Principles of Waste Management. *ASM Science Journal*, 17, 1–9. <https://doi.org/10.32802/asmscj.2022.1352>
- Tirado, R., Aublet, A., Laurenceau, S., Thorel, M., Louërat, M., & Habert, G. (2021). Component-Based Model for Building Material Stock and Waste-Flow Characterization: A Case in the Île-de-France Region. *Sustainability*, 13(23), 13159. <https://doi.org/10.3390/SU132313159>
- Wesz, J., Miron, L. I. G., Delsante, I., & Tzortzopoulos, P. (2023). Urban Quality of Life: A Systematic Literature Review. *Urban Science*, 7(2), 56. <https://doi.org/10.3390/urbansci7020056>
- Yi, W., & Wu, W. (2023). Construction and demolition waste disposal charging scheme design. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*. <https://doi.org/10.1111/mice.13066>