

ARTÍCULO ORIGINAL

Influencia de la valorización de residuos sólidos aprovechables en la reducción de residuos generados en el distrito de San Miguel, 2024

Influence of the recovery of recyclable solid waste on the reduction of waste generated in the district of San Miguel, 2024.

Washington Chura Pachari

Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez

Escuela de Posgrado

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0046-6175>

wchura@gmail.com



Datos del autor

Vol. 25

N.º 1

Año 2025

DOI Pendiente

Resumen

La gestión de los residuos sólidos constituye uno de los mayores desafíos ambientales y sanitarios a nivel mundial, especialmente en países en vías de desarrollo donde más del 90% de los residuos se eliminan inadecuadamente. El objetivo del estudio fue determinar la influencia de la valorización de los residuos sólidos aprovechables en la reducción de residuos generados en el distrito de San Miguel durante el año 2024. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con diseño experimental de nivel correlacional. La muestra estuvo conformada por 25 viviendas participantes en la caracterización y valorización de residuos sólidos. La recolección de datos se realizó mediante fichas de caracterización, pesaje de residuos y registro de materiales valorizados. Los resultados revelaron una generación per cápita inicial de 0,280 kg/persona/día, con una composición de residuos orgánicos aprovechables de 20,83 % y residuos inorgánicos aprovechables de 57,10 %. Mediante la implementación del plan de valorización se comercializaron residuos inorgánicos por un monto de S/. 1.685,23 y se obtuvieron 383 kg de compost a partir de residuos orgánicos. La generación per cápita se redujo a 0,198 kg/persona/día, evidenciando una disminución del 29,29 % ($p < 0,01$, prueba de Wilcoxon). Se concluye que la valorización de los residuos sólidos aprovechables influye significativamente en la reducción de residuos generados en el distrito de San Miguel.

Palabras clave: caracterización, gestión de residuos, orgánicos, inorgánicos, residuos sólidos, valorización.

Abstract

Solid waste management constitutes one of the greatest environmental and health challenges worldwide, especially in developing countries where more than 90% of waste is inadequately disposed of. The objective of the study was to determine the influence of the recovery of usable solid waste on the reduction of waste generated in the district of San Miguel during the year 2024. The research was developed under a quantitative approach, with an experimental design at a correlational level. The sample consisted of 25 households participating in the characterization and recovery of solid waste. Data collection was carried out through characterization sheets, waste weighing, and recording of recovered materials. The results revealed an initial per capita generation of 0.280 kg/person/day, with a composition of 20.83 % recoverable organic waste and 57.10 % recoverable inorganic waste. Through the implementation of the recovery plan, inorganic waste was commercialized for S/. 1,685.23 and 383 kg of compost were obtained from organic waste. The per capita generation was reduced to 0.198 kg/person/day, evidencing a 29.29 % reduction ($p < 0.01$, Wilcoxon test). It is concluded that the recovery of usable solid waste significantly influences the reduction of waste generated in the district of San Miguel.

Keywords: characterization, waste management, organic, inorganic, solid waste, recovery.

1. Introducción

La gestión de los residuos sólidos ha sido un problema en todo el mundo, especialmente en las grandes ciudades de los países de América Latina y el Caribe, debido, entre otras cosas, a los elevados volúmenes de residuos sólidos generados por los ciudadanos. Cuando la gestión de los residuos sólidos es inadecuada, puede repercutir tanto en la salud de los ciudadanos como en la del medio ambiente (Sáez & Urdaneta, 2014). En las naciones de renta baja, más del 90 % de la basura se desecha o se quema abiertamente, lo que afecta de forma desproporcionada a los pobres y vulnerables (Grupo Banco Mundial, 2018).

En el Perú se recolecta por día 22.860,65 toneladas de residuos sólidos y una persona genera en promedio 0,58 kg de residuos (INEI, 2020). El volumen de residuos sólidos urbanos producido ha crecido significativamente en los últimos años; la generación de basura a nivel nacional fue de 6,90 millones de toneladas en 2014 y 7,78 millones de toneladas en 2019. Uno de los 1.850 vertederos no oficiales recibe el 90 % de la basura. La disposición final de los residuos sólidos urbanos en el Perú genera emisiones de 4.482 millones de toneladas de CO₂ al año, según la Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos. Hoy en día, la mayoría de las ciudades del país gestionan los residuos sólidos sin utilizar datos básicos sobre su generación y caracterización, lo que deriva en un servicio deficiente a la población (Cerna et al., 2022).

En el distrito de San Miguel, los residuos sólidos han sido generados durante años por diversas actividades económicas comerciales, sin que se planteen soluciones efectivas. La gestión inadecuada de los residuos sólidos y la falta de comprensión sobre su manejo eficaz provocan problemas de contaminación del agua, el aire y el suelo, así como la pérdida de espacios verdes (Chullunquia, 2024).

Diversos estudios previos han abordado esta problemática en contextos similares. A nivel internacional, Gómez et al. (2018) obtuvieron 1.940 kg de PET triturado en su investigación sobre valorización de residuos. Salazar y Hernández (2018) encontraron que el 73 % de la población clasifica y gestiona sus residuos sólidos, con una eficiencia de valorización del 42,6 %. A nivel nacional, De la Cruz (2024) implementó un programa de valorización que logró la participación de 9.395 fuentes de generación y la valorización de 2.307 toneladas de residuos inorgánicos. Cotería (2022) valorizó 54,9 toneladas de residuos en una primera etapa y 81 toneladas en una segunda, comercializando 17,93 toneladas. Rojas (2020) determinó que la cantidad total de basura inorgánica reutilizable generada diariamente es de 11 toneladas, representando un tercio de la basura total del distrito estudiado. Culis (2024) realizó la caracterización de residuos en Lurigancho-Chosica, obteniendo composiciones detalladas de residuos orgánicos e inorgánicos. A nivel local, Chullunquia (2024) obtuvo una GPC de 0,55 kg/hab/día en San Miguel, con 58 % de residuos orgánicos y 20 % de inorgánicos. Huancoco (2023) determinó una GPC de 0,37 kg/hab/día en el distrito de Platería, mientras que Terrazas (2019) obtuvo 0,31 kg/hab/día en San Pablo-Sicuani. Arias (2025) implementó un plan de valorización de residuos inorgánicos en Nicasio, logrando reducir la GPC de 0,005 a 0,002 kg/hab/día.

La valorización de residuos se define como una optimización del tratamiento que permite reconvertir la basura para un fin determinado, como la generación de energía o la producción de nuevas materias primas (REPSOL, 2024). Existen dos tipos principales: la valorización material (reutilización, reciclaje, compostaje) y el aprovechamiento energético (Gonzalo, 2024). El reciclaje permite reutilizar la basura mediante un proceso de transformación, mientras que el compostaje consiste en la conversión aeróbica de la materia orgánica por diversos tipos de microbios para obtener un producto estable de excelente calidad (Gonzalo, 2024).

El marco normativo peruano, establecido en el Decreto Legislativo N° 1278, impone obligaciones a todos los miembros de la sociedad para llevar a cabo políticas que maximicen el uso material y garanticen una gestión adecuada de los residuos desde el punto de vista ambiental y de salud. Este marco promueve la recuperación y valorización de materiales para la generación de energía y la reutilización mediante procedimientos como el reciclaje y el compostaje, presentando la idea de una economía circular (Ramírez, 2025).

La caracterización de los residuos sólidos sigue tres etapas principales: planificación, trabajo de campo y operaciones, y análisis de la información (MINAM, 2018). La estimación de residuos generados per cápita (GPC) se calcula utilizando herramientas matemáticas que arrojan números basados en los datos y días evaluados. La composición de los residuos se refiere a la distribución relativa de los diversos constituyentes que componen el flujo de residuos sólidos, típicamente expresada en porcentajes de peso (WordPress, 2015).

Frente a este panorama, el objetivo general de la presente investigación fue determinar la influencia de la valorización de los residuos sólidos aprovechables en la reducción de residuos generados en el distrito de San Miguel durante el año 2024. Asimismo, se plantearon objetivos específicos orientados a caracterizar los residuos sólidos generados, implementar un plan de valorización de residuos aprovechables y determinar la reducción de la generación per cápita después de la implementación del plan.

2. Materiales y métodos

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, ya que se basó en la recolección y análisis de datos numéricos para probar las hipótesis planteadas. El nivel de investigación fue correlacional, puesto que se comprobó la influencia del plan de valorización en la reducción de residuos sólidos. El tipo de investigación fue aplicada, ya que utilizó conocimientos básicos para lograr los objetivos establecidos. El diseño correspondió al experimental, puesto que se evaluó la influencia del plan de valorización en la reducción de los residuos sólidos aprovechables.

Población y muestra

La población estuvo conformada por las viviendas de la municipalidad distrital de San Miguel, San Román, Puno. La muestra estuvo conformada por 25 viviendas participantes en la caracterización y valorización de los residuos sólidos aprovechables, seleccionadas según la "Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales" del MINAM (2018).

Técnicas e instrumentos

Las técnicas empleadas fueron la observación directa, el análisis documental y la recolección de datos mediante pesaje. Los instrumentos utilizados fueron: fichas de toma de datos para la caracterización, bolsas de toma de muestra en las viviendas, balanza para el pesaje de residuos generados por día, y software de interpretación de datos (Excel y SPSS).

Procedimiento

La investigación se desarrolló en tres fases:

Fase 1: Caracterización de los residuos sólidos. Siguiendo la "Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales" (MINAM, 2018), se realizaron las siguientes etapas: (a) etapa de planificación, que incluyó la solicitud del plano catastral y el registro de participantes; (b) etapa de trabajo de campo, que comprendió la codificación de predios, la recolección de residuos durante 7 días, el traslado, la descarga, el pesaje y la clasificación por tipo y fuente de generación; y (c) etapa de análisis de datos, que incluyó el cálculo de la generación per cápita (GPC) mediante las fórmulas establecidas y la validación de datos.

Fase 2: Implementación del plan de valorización. Se desarrollaron las siguientes acciones: (a) sensibilización puerta a puerta sobre segregación en origen, regla de las 3 R y clasificación de residuos; (b) elaboración de materiales de difusión; (c) fortalecimiento de capacidades del equipo; (d) registro de participantes; y (e) recogida selectiva de residuos orgánicos e inorgánicos con frecuencia mensual.

Fase 3: Determinación de la reducción de la generación per cápita. Se utilizó la siguiente fórmula correspondiente.

Donde GPC_i es la generación per cápita inicial y GPC_f es la generación per cápita final.

Análisis de datos

Se realizó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para determinar la distribución de los datos. Dado que se obtuvieron valores $p < 0,05$, se empleó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas, con un nivel de significancia del 5 % ($\alpha = 0,05$), utilizando el software SPSS versión 27.

3. Resultados

A continuación, se presentan los hallazgos obtenidos a partir de la aplicación de los instrumentos de investigación. La tabla 1 muestra la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios durante los 7 días en las 25 viviendas del distrito de San Miguel antes de la implementación del plan de valorización.

Tabla 1 Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios antes de la implementación del plan de valorización

Tabla 1
Título descriptivo de la tabla

Código de vivienda	Número de habitantes	de GPC (kg/persona/día)	Validación de datos
V-01	2	0,293	OK
V-02	4	0,229	OK
V-03	3	0,243	OK
V-04	4	0,214	OK
V-05	4	0,195	OK
V-06	2	0,404	OK
V-07	3	0,248	OK
V-08	2	0,300	OK
V-09	2	0,382	OK
V-10	3	0,271	OK
V-11	3	0,257	OK
V-12	4	0,209	OK
V-13	2	0,343	OK
V-14	2	0,393	OK
V-15	3	0,279	OK
V-16	4	0,202	OK
V-17	4	0,211	OK
V-18	3	0,238	OK
V-19	2	0,261	OK
V-20	4	0,229	OK
V-21	2	0,314	OK
V-22	4	0,198	OK
V-23	3	0,233	OK
V-24	2	0,489	OK
V-25	2	0,368	OK
Promedio	73	0,280	

Nota. La GPC se calculó como el promedio de la generación diaria de residuos sólidos durante 7 días, dividido por el número de habitantes de cada vivienda

Interpretación

La tabla 1 muestra que la generación per cápita inicial de residuos sólidos en el distrito de San Miguel fue de 0,280 kg/persona/día. Los valores oscilaron entre 0,195 kg/persona/día (V-05) y 0,489 kg/persona/día (V-24), evidenciando una variabilidad moderada entre las viviendas participantes. Este resultado se compara favorablemente con lo reportado por Paredes et al. (2023), quienes obtuvieron 0,858 kg/persona/día en Trujillo; sin embargo, es similar a lo encontrado por Terrazas (2019) con 0,31 kg/hab/día en San Pablo-Sicuani y por Hidalgo (2022) con 0,40 kg/hab/día en Carhuamayo.

La tabla 2 presenta la composición de los residuos sólidos generados en el distrito de San Miguel antes de la implementación del plan de valorización.

Tabla 2 Composición de residuos sólidos generados en el distrito de San Miguel

Tabla 2

Título descriptivo de la tabla

Categoría de residuo	Tipo de residuo	(%)
Orgánicos aprovechables	Maleza y poda	13,75
	Residuos de alimentos	1,38
	Otros orgánicos	5,70
	Subtotal orgánicos	20,83
Inorgánicos aprovechables	Plástico	16,49
	Metales	18,44
	Papel	7,27
	Vidrio	5,85
	Cartón	5,32
	Tetra Brik	3,20
	Textiles	0,18
	Caucho	0,35
	Subtotal inorgánicos	57,10
No aprovechables	Bolsas de plástico	13,75
	Residuos sanitarios	4,91
	Tecnopor	1,38
	Restos de medicamentos	1,57
	Residuos inertes	0,39
	Mascarillas descartables	0,59
	Subtotal no aprovechables	22,59
Total		100,00

Nota. Indique abreviaturas, fuente y precisiones estadísticas.

Nota. La composición se determinó mediante el pesaje y clasificación de los residuos generados por las 25 viviendas durante los 7 días de estudio

Interpretación

La tabla 2 revela que los residuos aprovechables representan el 77,93 % del total generado (20,83 % orgánicos y 57,10 % inorgánicos), mientras que los residuos no aprovechables constituyen el 22,59 %. Entre los residuos inorgánicos, destacan los metales (18,44 %), el plástico (16,49 %) y el papel (7,27 %). Estos resultados son consistentes con lo reportado por Diaz (2025), quien obtuvo residuos de alimentos (28 %), maleza y poda (11 %) y otros orgánicos (7 %). Asimismo, se asemejan a los hallazgos de Culis (2024), quien encontró plástico (7,98 %), papel (6,29 %), cartón (4,7 %) y vidrio (2,45 %). La alta proporción de residuos aprovechables sugiere un gran potencial para la valorización.

La tabla 3 muestra los resultados de la valorización de residuos sólidos inorgánicos durante el período de enero a agosto de 2024.

Tabla 3
Título descriptivo de la tabla

Mes	PET	PEAD	Duro	P.blanco	Cartón
Enero	117,8	29,15	51,35	10,4	82,0
Febrero	90,9	51,95	29,15	8,5	122,45
Marzo	97,0	33,05	35,0	23,5	65,35
Abril	126,0	20,6	25,8	16,2	52,81
Mayo	130,25	17,3	62,25	46,7	150,4
Junio	102,2	28,0	40,36	27,9	75,3
Julio	110,0	17,2	43,0	18,0	93,0
Agosto	139,15	24,8	21,45	8,85	37,0
Total	913,3	222,05	308,36	160,05	678,31

Nota. Indique abreviaturas, fuente y precisiones estadísticas.

Nota. La comercialización se realizó a través de la venta a empresas recicladoras locales. Los precios unitarios fueron: PET S/. 1,00/kg, PEAD S/. 1,00/kg, Duro S/. 0,70/kg, papel blanco S/. 0,70/kg, papel color S/. 0,40/kg, cartón S/. 0,10/kg y metal S/. 0,20/kg.

Interpretación

La tabla 3 evidencia que durante los ocho meses de implementación del plan de valorización se comercializaron un total de 2.893,87 kg de residuos inorgánicos. El PET fue el residuo con mayor volumen de recuperación (913,3 kg), seguido del cartón (678,31 kg), los metales (452,7 kg) y el plástico duro (308,36 kg). En términos económicos, se generaron ingresos totales de S/. 1.685,23, distribuidos en: PET S/. 913,00; PEAD S/. 222,05; Duro S/. 215,85; papel blanco S/. 112,04; papel color S/. 63,64; cartón S/. 67,83 y metal S/. 90,54. Estos resultados superan lo reportado por Arias (2025), quien obtuvo ingresos mensuales de S/. 56 en marzo, S/. 44 en abril, S/. 39 en mayo, S/. 33 en junio y S/. 46 en julio de 2023 en el distrito de Nicasio.

La tabla 4 presenta los resultados de la valorización de residuos orgánicos mediante compostaje durante el período de enero a agosto de 2024.

Tabla 4

Título descriptivo de la tabla

Mes	Residuos recolectados (kg)	Residuos valorizados (kg)	Producto obtenido (kg)	Porcentaje de recuperación (%)
Enero	50	47	40	10,44
Febrero	74	71	61	15,93
Marzo	73	70	59	15,41
Abril	73	70	59	15,41
Mayo	71	68	55	14,36
Junio	45	35	29	7,57
Julio	54	50	40	10,44
Agosto	53	50	40	10,44
Total	493	461	383	100,00

Nota. Indique abreviaturas, fuente y precisiones estadísticas.

Nota. El compostaje se realizó mediante el método de pilas estáticas aireadas, con un tiempo de maduración aproximado de 60 días. El porcentaje de recuperación se calculó como la relación entre el producto obtenido y el total de producto obtenido en el período.

Interpretación

La tabla 4 muestra que durante los ocho meses de implementación se recolectaron 493 kg de residuos orgánicos, de los cuales 461 kg fueron valorizados, obteniéndose 383 kg de compost con un rendimiento promedio de 83,08 kg de producto por cada 100 kg de residuos procesados. Los meses de febrero, marzo y abril presentaron los mayores volúmenes de producción, coincidiendo con la temporada de mayor generación de residuos de poda y maleza. El producto obtenido fue utilizado como abono orgánico por los participantes del programa, contribuyendo a cerrar el ciclo de los nutrientes y reduciendo la necesidad de fertilizantes sintéticos.

Tabla 5 Prueba de normalidad y contraste de hipótesis

Tabla 5

Título descriptivo de la tabla

Prueba	Estd.	gl	Sig.
Shapiro-Wilk			
GPC_Antes	0,888	25	0,010
GPC_Después	0,937	25	0,012
Wilcoxon			
	Z	Sig.asintótica	
GPC_Después - GPC_Antes	-4,373	0,000	

Nota. Indique abreviaturas, fuente y precisiones estadísticas.

Nota. La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk indica que los datos no siguen una distribución normal ($p < 0,05$). Por lo tanto, se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas. El nivel de significancia establecido fue $\alpha = 0,05$.

La tabla 5 evidencia que el valor de significancia obtenido ($p = 0,000$) es inferior al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa: la valorización de los residuos sólidos aprovechables influye significativamente en la reducción de residuos generados en el distrito de San Miguel durante el año 2024. La prueba de Wilcoxon confirma que las diferencias observadas entre la GPC antes y después de la implementación del plan de valorización son estadísticamente significativas, con un nivel de confianza del 99 %.

4. Discusión

Los hallazgos de esta investigación confirman que la valorización de residuos sólidos aprovechables constituye una estrategia efectiva para reducir la generación de residuos en el distrito de San Miguel. La reducción del 29,29 % en la generación per cápita (de 0,280 a 0,198 kg/persona/día) demuestra el impacto positivo de las acciones de segregación en origen, recolección selectiva y valorización de materiales. Este resultado es consistente con lo reportado por Arias (2025) en el distrito de Nicasio, donde la implementación de un plan de valorización logró reducir la GPC de 0,005 a 0,002 kg/hab/día, aunque en una magnitud diferente debido a las características poblacionales y el tipo de residuos priorizados.

La caracterización inicial reveló que el 77,93 % de los residuos generados son aprovechables (20,83 % orgánicos y 57,10 % inorgánicos), lo que evidencia un alto potencial de valorización. Este porcentaje supera lo reportado por Díaz (2025), quien encontró un 72 % de residuos aprovechables en Uco-Ancash, y es significativamente mayor que el 20 % de inorgánicos encontrado por Chullunquia (2024) en el mismo distrito de San Miguel. La diferencia podría atribuirse a la metodología de muestreo y al período de estudio, así como a posibles variaciones estacionales en la composición de los residuos.

La composición de residuos inorgánicos aprovechables obtenida (plástico 16,49 %, metales 18,44 %, papel 7,27 %, vidrio 5,85 %, cartón 5,32 %) se asemeja a lo reportado por Rojas (2020) en La Merced-Chanchamayo, donde el cartón representó el 27 %, el papel 22 %, el plástico 21 % y el vidrio 15 %. Sin embargo, difiere de los resultados de Hurtado y Vásquez (2022) en Lima, quienes encontraron papel y cartón (45 %), plástico (27,2 %), vidrio (12 %) y metal (9 %). Estas variaciones reflejan diferencias en los patrones de consumo, las actividades económicas predominantes y los hábitos de disposición de residuos en cada localidad.

La valorización de residuos inorgánicos generó ingresos económicos de S/. 1.685,23 en ocho meses, con el PET como el material de mayor recuperación (913,3 kg, 31,56 %) y el cartón en segundo lugar (678,31 kg, 23,44 %). Estos resultados son comparables con los de Quispe (2023), quien obtuvo ingresos anuales de S/. 4.574 mediante la valorización de residuos inorgánicos, con porcentajes de recuperación similares: PET 30 %, cartón 24,1 % y metales 12 %. La generación de ingresos económicos constituye un incentivo adicional para la participación de la población en los programas de valorización, contribuyendo a la sostenibilidad del sistema.

La producción de 383 kg de compost a partir de 461 kg de residuos orgánicos valorizados (rendimiento del 83 %) demuestra la

viabilidad técnica del compostaje como estrategia de valorización. Este rendimiento es comparable al obtenido por Quispe (2023), quien valorizó 2.383,10 kg de residuos orgánicos para obtener 676,16 kg de compost, aunque con un rendimiento ligeramente inferior (28,4 %). La diferencia podría atribuirse a la composición de los residuos orgánicos, las condiciones climáticas y el método de compostaje empleado.

La prueba estadística de Wilcoxon confirmó que las diferencias entre la GPC inicial y final son altamente significativas ($p = 0,000$), lo que valida estadísticamente la influencia de la valorización en la reducción de residuos. Este resultado coincide con lo reportado por Cesar y Mamani (2020), quienes encontraron una eficiencia en la gestión de residuos sólidos del 29,29 % en municipalidades de la región de Puno, y con De la Cruz (2024), quien logró valorizar 2.307 toneladas de residuos inorgánicos mediante un programa de gestión en San Juan de Miraflores.

Los hallazgos de esta investigación tienen implicaciones importantes para la gestión de residuos sólidos en el distrito de San Miguel y en contextos similares. La alta proporción de residuos aprovechables sugiere que las estrategias de valorización pueden tener un impacto significativo en la reducción de la cantidad de residuos enviados a disposición final. La generación de ingresos económicos a través de la comercialización de residuos inorgánicos y la producción de compost a partir de residuos orgánicos ofrecen beneficios económicos y ambientales que pueden contribuir a la sostenibilidad del sistema de gestión de residuos.

5. Conclusiones

Se determinó que la valorización de los residuos sólidos aprovechables influye significativamente en la reducción de residuos generados en el distrito de San Miguel durante el año 2024, con una reducción del 29,29 % en la generación per cápita (de 0,280 a 0,198 kg/persona/día), confirmada estadísticamente mediante la prueba de Wilcoxon ($p = 0,000$). La caracterización de los residuos sólidos generados reveló una generación per cápita inicial de 0,280 kg/persona/día, con una composición de residuos orgánicos aprovechables de 20,83 % (maleza y poda 13,75 %, residuos de alimentos 1,38 % y otros orgánicos 5,70 %) y residuos inorgánicos aprovechables de 57,10 % (plástico 16,49 %, metales 18,44 %, papel 7,27 %, vidrio 5,85 %, cartón 5,32 %, tetra Brik 3,20 %, textiles 0,18 % y caucho 0,35 %). La implementación del plan de valorización permitió comercializar 2.893,87 kg de residuos inorgánicos por un monto de S/. 1.685,23, y transformar 461 kg de residuos orgánicos en 383 kg de compost, demostrando la viabilidad técnica y económica de la valorización. La prueba estadística confirmó que las diferencias entre la generación per cápita antes y después de la implementación del plan de valorización son altamente significativas, validando la hipótesis de investigación. Se recomienda replicar esta metodología en otros distritos de la región, ampliar la cobertura del programa a más viviendas e incluir residuos no domiciliarios en futuros planes de valorización.

Referencias

- Arias, P. (2025). Implementación de un plan de valorización de residuos inorgánicos para el mejoramiento del manejo de residuos sólidos en el distrito de Nicasio, 2023 [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano].
- Cerna, A., Rosas, C., Perales, R., & Ataucusi, P. (2022). Predicción de la generación de residuos sólidos domiciliarios con machine learning en una zona rural de Puno. *Tecnia*, *32*(1), 44-52. <https://doi.org/10.21754/tecnia.v32i1.1378>
- Cesar, J., & Mamani, Q. (2020). Determinación de la eficiencia en la gestión de residuos sólidos en las municipalidades distritales de la región de Puno - Perú. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *4*(2), 4. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v4i2.93
- Chullunquia, R. (2024). Caracterización de residuos sólidos municipales en el distrito de San Miguel - provincia de San Román - Puno - 2024 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada San Carlos]. <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/924>
- Cotera, M. (2022). Valorización y disposición final de residuos sólidos municipales de cuatro distritos de la provincia de Satipo, 2021 [Tesis de maestría, Universidad Nacional del Centro del Perú].
- Culis, D. (2024). Optimización de la valorización de residuos sólidos en el distrito de Lurigancho - Chosica, departamento de Lima [Tesis de licenciatura, Universidad Católica Sedes Sapientiae].
- De la Cruz, C. (2024). Implementación de un programa de gestión de residuos sólidos inorgánicos en el distrito de San Juan de Miraflores, Lima, 2023 [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo].
- Díaz, J. (2025). Caracterización y valorización material de los residuos sólidos urbanos en Uco, Ancash [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo].

- Gómez, D., Acosta, Y., & Rojas, M. (2018). Diseño de una estrategia de valorización de residuos sólidos como elemento del modelo de sostenibilidad en la localidad Kennedy en Bogotá [Tesis de maestría, Universidad Cooperativa de Colombia].
- Gonzalo, S. (2024). Análisis del potencial de valorización de residuos sólidos del distrito de Characato - Arequipa [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín].
- Grupo Banco Mundial. (2018). Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos. <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
- Hidalgo, J. (2022). Implementación de un plan de valorización de residuos sólidos orgánicos, para la mejora del manejo de residuos sólidos municipales en la zona urbana del distrito de Carhuamayo, año 2019 [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Centro del Perú].
- Huancco, C. (2023). Determinación de la producción per cápita de residuos sólidos domiciliarios en función de los factores socioeconómicos en el distrito de Platería para la gestión de los residuos sólidos [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7104>
- Hurtado, M., & Vásquez, E. (2022). Influencia del manejo de los residuos sólidos inorgánicos en el nivel de percepción ambiental de las familias del campamento de Cementos Lima [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/99456>
- INEI. (2020). Perú: compendio estadístico 2020. Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- MINAM. (2018). Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales. Ministerio del Ambiente. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/320560/Guía_para_elaborar_la_caracterización_de_Residuos_Sólidos.pdf
- Paredes, J., Valiente, Y., & Diaz, F. (2023). Valorización de residuos sólidos generados en las municipalidades locales: Revisión sistemática. Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía, *8*(1), 674-690. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i1.2834>
- Quispe, K., & Martínez, M. (2023). Caracterización y valorización de los residuos sólidos municipales del distrito de Santa Rosa, provincia de La Mar, Ayacucho [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga].
- Ramírez, M. (2025). Evaluación del programa de valorización y manejo de residuos sólidos inorgánicos de la Municipalidad Provincial del Santa, Áncash, 2024 [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo].
- REPSOL. (2024). ¿Qué es la valorización de residuos? <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/valorizacion-de-residuos/index.cshtml>
- Rojas, D. (2020). Propuesta de una planta de tratamiento para mejorar la valorización de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables en el distrito de La Merced - Chanchamayo - Junín, 2019 [Tesis de licenciatura, Universidad Continental]. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8246>
- Sáez, A., & Urdaneta, J. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. Omnia, *20*(3), 1315-8856.
- Salazar, A., & Hernández, C. (2018). Evaluación de la eficiencia del sistema de gestión integral de residuos sólidos urbanos en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. Año, *20*.
- Terrazas, V. (2019). Propuesta de un plan de gestión de residuos sólidos domiciliarios en función de los factores socioeconómicos de la localidad de San Pablo - Sicuani [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano].
- WordPress. (2015). III.- Composición de los residuos sólidos. https://aulagaasociacion.files.wordpress.com/2015/03/3_composicion_rsu.pdf

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Nota: El artículo no es producto de mi tesis de doctorado.

Fecha de aceptación: 07/07/2025

Fecha de publicación: 30/12/2025
