

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**Valoración de residuos sólidos en la Universidad Peruana
Unión**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

José Esteban Guevara Astonitas

Asesor:

Mtr. Erick José Quispe Mamani

Tarapoto, junio del 2023

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Mtr. Erick José Quispe Mamani, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Valoración de residuos sólidos en la Universidad Peruana Unión”** del autor José Esteban Guevara Astonitas tiene un índice de similitud de 1 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Tarapoto a los 7 días del mes de agosto del año 2023



Erick José Quispe Mamani

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a...11... día(s) del mes de...agosto... del año 2023, siendo las...09:45... horas, se reunieron los miembros del Jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mtra. Betzabeth Padilla Macedo, el (la) secretario(a): Ing. Ericka Nayda Perales Domínguez y los demás miembros:

Ing. Sejel Rengifo Arevalo y Mtro. Víctor Hugo Muñoz Delgado
y el (la) asesor(a) Mtro. Erick José Guispe Mamani

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: "Valoración de residuos sólidos en la Universidad Peruana Unión"

del(los) bachilleres: a) José Esteban Guevara Astonitis

b) _____

c) _____

conducente a la obtención del título profesional de: _____

Ingeniero Ambiental

(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del Jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del Jurado.

Posteriormente, el Jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller-(a): José Esteban Guevara Astonitis

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	17	B+	Muy bueno	Sobresaliente

Bachiller -(b): _____

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

Bachiller -(c): _____

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del Jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a

Secretario/a

Asesor/a

Miembro

Miembro

Bachiller (a)

Bachiller (b)

Bachiller (c)

Resumen. - Los residuos sólidos tienen efectos negativos en el medio ambiente y la salud de las personas. Uno de los problemas es que los residuos que se generan no se aprovechan ni se valoran económicamente. El objetivo de este estudio es caracterizar y valorizar los residuos. Para ello, se utilizó la metodología estándar ASTM D5231-92. Los residuos fueron recolectados y clasificados manualmente sin procesar, obteniendo 9 categorías diferentes: papel, PET, plásticos duros, vidrio, metal, aluminio, cartón, aparatos electrónicos y residuos sólidos. Los resultados muestran que los residuos sólidos constituyen la categoría principal, seguidos por papel y PET. El hallazgo muestra que los residuos orgánicos se pueden aprovechar para obtener compostaje junto con los demás residuos. Se calcula que en un año se pueden generar 12,096.5 soles según el modelo de esta investigación. La regresión de estimación curvilínea, utilizando el tiempo establecido de manera trimestral del año 2022, arroja un R cuadrado de 0.606, siendo la ecuación cúbica la que mejor se ajusta. Se concluye que la predicción para el año 2030 se mantendrá de manera constante, con una mayor concentración en el segundo y cuarto trimestre.

Palabras clave: Valoración, residuos sólidos, aprovechamiento

Summary. -

Solid waste has negative effects on the environment and people's health. One of the problems is that the waste generated is not used or valued economically. The objective of this study is to characterize and value waste. For this, the standard methodology ASTM D5231-92 was used. The waste was collected and classified manually without processing, obtaining 9 different categories: paper, PET, hard plastics, glass, metal, aluminum, cardboard, electronic devices and solid waste. The results show that solid waste constitutes the main category, followed by paper and PET. The finding shows that organic waste can be used for composting along with other waste. It is estimated that in a year 12,096.5 soles can be generated according to the model of this investigation. The curvilinear estimation regression, using the time established quarterly in the year 2022, yields an R square of 0.606, with the cubic equation being the best fit. It is concluded that the prediction for the year 2030 will remain constant, with a greater concentration in the second and fourth quarters.

Keywords: Aluation, solid waste, use

1. Introducción. -

(Sukma et al., 2022, cito a Kaza,2018) estima que a nivel mundial se generan aproximadamente 2,100 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos diariamente, y se prevé que esta cifra aumente a 3,400 millones de toneladas para el año 2050.

En las universidades, la generación de desechos sólidos es considerable debido a la población estudiantil y a las diferentes actividades que se llevan a cabo en estas instituciones educativas. En Turquía, manejar adecuadamente los residuos representa un gran desafío. Bahçelioğlu et al., (2020).

(Silpa Kaza, Lisa Yao & Woerden, 2018) estima que para el año 2050, el mundo generará 3,400 millones de toneladas de residuos sólidos, lo cual representa un aumento drástico a nivel nacional y urbano. Si no se toman medidas urgentes, se espera que estos residuos aumenten en un 70% en comparación con la situación actual

Figuerola et al., (2017) menciona que los residuos sólidos municipales y no municipales en Perú, se han seleccionado 13 indicadores de medición. Sin embargo, no se han observado avances significativos en la reducción de residuos sólidos. Esta falta de progreso evidencia una tarea pendiente para las políticas públicas del país en este ámbito.

Según el (Ministerio del Ambiente Perú, 2019) afirma en la agenda de investigación ambiental en Perú para el año 2021, se destaca la necesidad de realizar investigaciones sobre residuos sólidos y peligrosos. El propósito de estas investigaciones es abordar los problemas existentes en el país y contribuir a reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático.

(Lopez & Flores, 2020) afirma que en el Perú en el año 2018 se generaron 46,500 toneladas de residuos de artefactos eléctricos y electrónicos. En el país, este tipo de residuos está en constante aumento debido a la facilidad de adquirir créditos para el consumo de productos eléctricos y electrónicos, lo que conlleva a un crecimiento descontrolado de estos desechos electrónicos.

2. Métodos o metodología:

2.1 Lugar y tiempo de estudio

La Universidad Peruana Unión, sede de Tarapoto, se encuentra ubicada en la ciudad de Tarapoto, en la región San Martín del Perú. Se localiza en el distrito de Morales, en la selva peruana, a aproximadamente 800 kilómetros al noreste de Lima, la capital del país. Las coordenadas geográficas correspondientes son aproximadamente 9°30'45.94"N (norte) y 82°47'99.97"E (este).

2.2 Estudio Universo y muestra

Este informe está constituido por los registros recolectados de los residuos sólidos almacenados, los cuales fueron clasificados según el tipo de residuo durante el periodo del año 2022

2.3 Metodología

Para una buena planificación económica y social influye la cantidad de residuo que se generan en un determinado lugar y es importante realizar pronósticos de los residuos para poder predecir cantidades futuras que serán generados y tomar medidas en el sistema de gestión de los residuos (Oribe et al., 2015) (Ghinea et al., 2016).

Se ha utilizado la metodología empleada por (Quispe et al., 2023) donde utilizo tres etapas para el pronóstico de los residuos sólidos 1: planificación; 2: trabajo de campo y operaciones, 3: análisis de la información.

2.3.1 Planificación

2.3.1.1 Toma de muestra y registro

Nuestro trabajo de investigación se realizó teniendo en cuenta el muestreo y análisis de datos, siguiendo el método estándar ASTM D5231-92. En dicho método, se establece que la clasificación y recolección se realiza de manera manual, considerando 4 procedimientos

2.3.1.2 Área de Estudio: La Universidad Peruana Unión, ubicada en Tarapoto, cuenta con una población de 2000 estudiantes y personal académico y no académico, lo cual genera una cantidad considerable de residuos sólidos debido a las actividades realizadas dentro del campus. Estos residuos son recolectados y almacenados temporalmente en un lugar designado para luego ser dispuestos en el carro recolector municipal.

2.3.1.3 Características y composición de los residuos

Para nuestro trabajo de investigación, utilizamos el método de prueba ASTM D5231-92 para calcular la composición de los residuos sólidos urbanos (RSU) sin procesar y realizar el análisis de su composición. Se recolectaron las muestras manualmente, clasificándolas según su categoría. Soto et al. (2019) utilizaron la misma metodología. Los residuos sólidos fueron separados, clasificados manualmente en las siguientes categorías: residuos orgánicos, papel, cartón, polilaminados, metales, residuos peligrosos y vidrio.

2.3.1.4 Números de muestra

Para la muestra se estimará los residuos acumulados y clasificarlos las muestras durante los eventos desarrollado de la actividad de la institución.

2.3.2 Trabajo de campo

2.3.2.1 Procedimiento de muestra y clasificación

El método de recolección de residuos se llevó a cabo durante los 12 meses del año 2022, utilizando una serie de muestras a lo largo del año. Se registró la cantidad de residuos generados y almacenados temporalmente en un área segura. A continuación, se muestran los pesos de cada tipo de residuo en la Tabla I:

Tabla I.*Clasificación de los residuos descripción*

Grupo	Item
Papel	Todo tipo de papel que es producto de los estudiantes, oficinas, fotocopidora.
PETS	Son netamente botellas de plásticos de bebidas.
Plástico Duro	Plásticos de diversos tipos artículos de limpieza como shampo, jabón líquido, legía etc.
Vidrio	Todo tipo de vidrio como piezas de vidrio y botellas de vidrio
Metal (Chatarra)	Son metales de los mismos escritorios, sillas, carpetas entre otros.
Aluminio	Residuos de metal.
Cartón	Cartones, cartón corrugado.
Aparatos electrónicos	Equipos en desuso como laptop, celulares, impresoras, fotocopidora entre otros.
Residuos orgánicos	Desechos alimentarios del comedor universitario y los cafetines cocidos y crudos, desechos del jardín, plantas etc.

2.3.1 Análisis de información

Es el análisis estadístico donde se involucran los datos obtenidos de los residuos sólidos evaluados durante todos los días para estimar la valoración económica de acuerdo al pronóstico evaluado como se observa en la tabla 2, 3 y 4

3. Resultado y Discusión:

3.1 Composición de los residuos sólidos generando en el periodo Enero diciembre 2022

Los resultados obtenidos de los residuos sólidos son muy importantes, ya que nos permiten conocer la cantidad de residuos generados y tomar decisiones sobre la planificación, tratamiento y disposición de los mismos. Por ejemplo, un programa de muestreo basado en el peso o el volumen puede determinar la composición de los residuos sólidos. Estos residuos pueden aumentar o disminuir debido a diversas situaciones que ocurren en las instalaciones de la Universidad. En el análisis de nuestros resultados, se pueden mencionar diversas categorías, principalmente los residuos orgánicos. Fereja et al., (2022) declara que los residuos orgánicos siempre son más abundantes que los inorgánicos. Esto también se observa en países como Etiopía y Costa Rica, donde el porcentaje de residuos orgánicos es considerablemente mayor Herrera et al., (2016) los papeles y el Polietileno Tereftalato (PETS), un plástico comúnmente utilizado en envases y botellas de refrescos, agua y aceite, son los residuos que se generan en mayor proporción. Por lo tanto, se menciona que existe un potencial para reciclar y/o recuperar los

residuos orgánicos, utilizándolos como humus o compost. Ferronato et al., (2018) menciona que la mayor parte de los residuos está compuesta por compuestos orgánicos (44%), seguidos de los reciclables, como papel, plástico, vidrio y metales (totalizando el 43%).

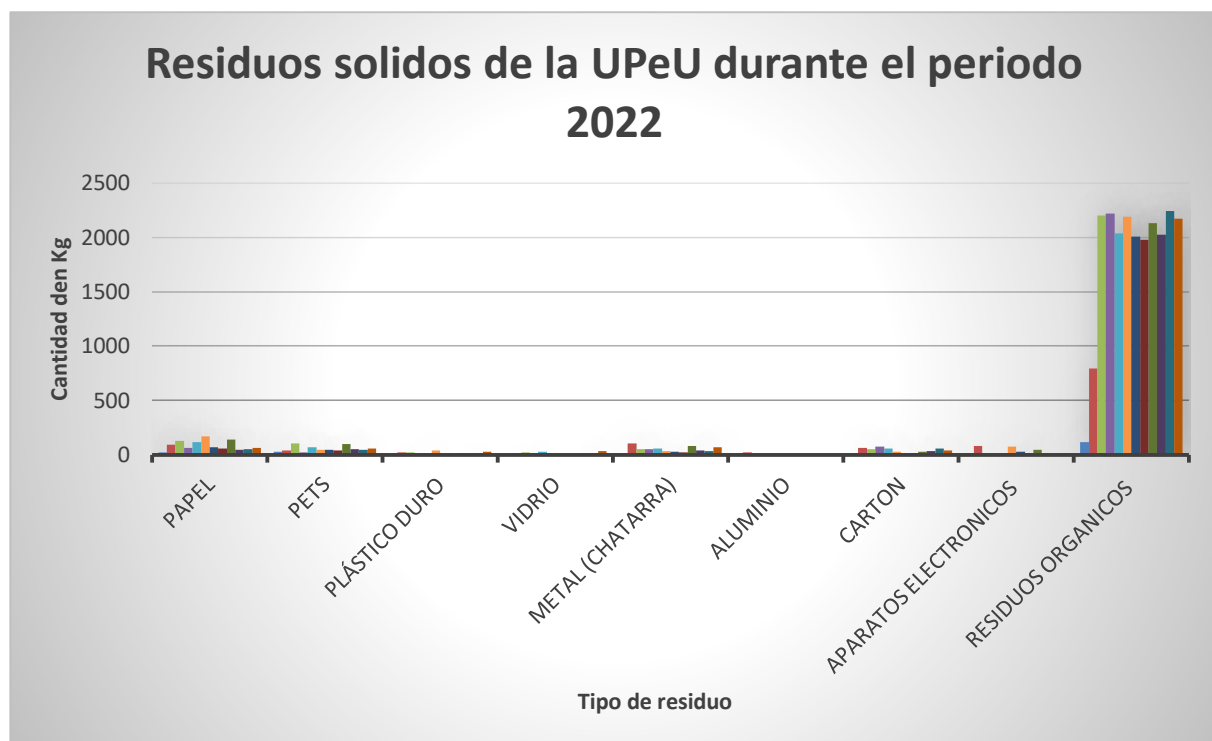


Figura 1. Resultado de acumulación de residuos solidos

Tabla II.

Valoración de residuos sólidos generados en el 2022

Residuos solidos	Cantidad Kg	Abono orgánico por saco	Precio en soles	Valoración económica soles
Papel	1026		1	1026
PETS	645		0.8	516
Plástico Duro	137		0.4	54.8
Vidrio	130		0.4	52
Metal (Chatarra)	564		0.8	451.2
Aluminio	40		20	800
Cartón	447		0.5	223.5
Aparatos electrónicos	266		0.5	133
Residuos orgánicos	22115	221	40	8840
Total				12096.5

En la tabla 2 se observa que la clasificación de los residuos sólidos tiene un valor económico que en un año se acumula un total de 25370 Kg de residuos que debieran ser aprovechables de acuerdo al cálculo realizado se puede afirmar que en un año se puede obtener una cantidad de dinero de 12096.5 soles. Yazid et al., (2017) menciona que para el buen desarrollo sostenible se debe usar estrategia para valorizar los residuos sólidos orgánicos para gestionar el problema de los residuos sólidos con un enfoque verde, Hettiarachchi et al., (2018) declara que el volumen de residuos sólidos generado puede convertirse en un suministro de recursos, si se priorizan las opciones de recuperación. Es preciso mencionar que en la Universidad el residuo que más se genera es lo orgánico que se puede aprovechar como compostaje o humus para poder darle un valor agregado económico Ikhlal (2018) menciona el reciclaje junto con el compostaje reduce notablemente los impactos ambientales.

3.3 Análisis de la predicción de los residuos sólidos generados en el año 2022

Tabla III.

Resumen del modelo y estimación de los parámetros analizados

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	,271	3,352	1	9	,100	814,091	-86,364		
Logarítmica	,408	6,212	1	9	,034	1328,061	-615,577		
Cuadrático	,546	4,817	2	8	,042	2027,909	-522,093	31,124	
Cúbico	,606	3,584	3	7	,075	3204,970	-1218,413	144,302	-5,389
Exponencial	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Tabla IV.

Estadística del modelo

Modelo	Número de predictor es	Estadísticos de ajuste del modelo				Ljung-Box Q(18)			Número de valores atípicos
		R- cuadrado estacionaria	R- cuadrado	MAE	MaxA PE	Estadísticos	G	Sig.	
DIFF(Residuosolido,1)-Modelo_1	0	1,001E-013	1,001E-013	405,058	1804,959	.	0	.	0

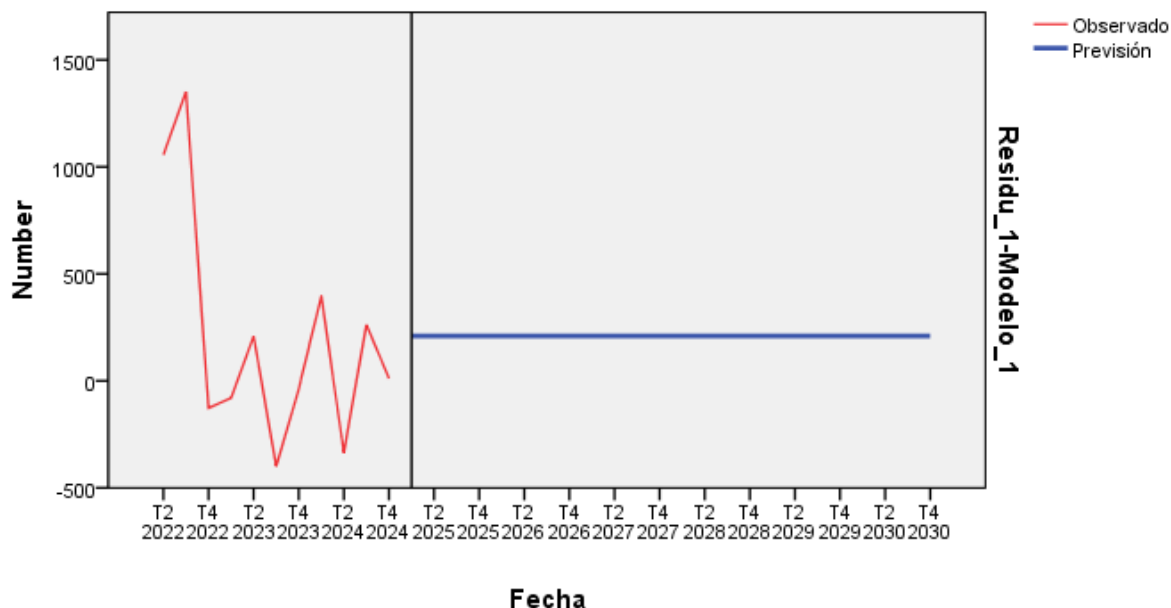


Figura 2. Predicción de los residuos sólidos al 2030

Para evaluar la independencia de los datos, se utilizó la prueba de Ljung-Box Q (18), donde el valor de significancia fue 0.0, siendo menor que el valor de $p < 0.05$. Esto indica que los datos se distribuyen de forma independiente y que una variable no se ve afectada por los valores tomados previamente.

En la Figura 2, los datos en color rojo describen que los meses del segundo y cuarto trimestre presentan una mayor predicción de los residuos. Los datos en color azul representan la predicción hasta el año 2030, donde se observa una constante mayor cantidad de residuos en los trimestres mencionados. Según Merelles et al. (2019), el análisis de series de tiempo es crucial para proyectar los residuos y contribuir al control de los impactos ambientales. Rimaityte et al. (2012) destacan que el análisis de series de tiempo es un método valioso para predecir la variación semanal de los residuos generados en un lugar específico. Singh et al. (2018) señalan que la predicción desempeña un papel importante en la planificación futura y la mejora del sistema de gestión de residuos sólidos.

4. Conclusión

Los resultados obtenidos se pueden mencionar de la siguiente manera: se dividen principalmente en categorías como residuos orgánicos, papeles y Polietileno Tereftalato (PETS), que es un plástico comúnmente utilizado en envases y botellas de bebidas gaseosas, agua y aceite. Los metales son los residuos que se generan en mayor proporción. Se menciona que existe un potencial para reciclar y/o recuperar estos materiales.

La predicción hasta el año 2030 indica que se mantendrá de manera constante, con una mayor concentración de residuos en los trimestres segundo y cuarto.

En el año 2022 se estima que se habrían generado 12,096.5 soles a partir de los residuos sólidos, teniendo en cuenta el aprovechamiento del proceso de los residuos orgánicos para producir composta o humus.

.

5. Referencias:

- Abu Yazid, Noraziah, et al. "Solid-state fermentation as a novel paradigm for organic waste valorization: a review." *Sustainability* 9.2 (2017): 224. <https://www.mdpi.com/2071-1050/9/2/224>
- Bahçelioğlu, E., Buğdaycı, E. S., Doğan, N. B., Şimşek, N., Kaya, S., & Alp, E. (2020). Integrated solid waste management strategy of a large campus: A comprehensive study on METU campus, Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 265, 121715. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121715>
- Fereja, W. M., & Chemed, D. D. (2022). Status, characterization, and quantification of municipal solid waste as a measure towards effective solid waste management: The case of Dilla Town, Southern Ethiopia. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 72(2), 187-201. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10962247.2021.1923585>
- Ghinea, C., Drăgoi, E. N., Comăniță, E. D., Gavrilă, M., Câmpeanu, T., Curteanu, S. I. L. V. I. A., & Gavrilă, M. (2016). Forecasting municipal solid waste generation using prognostic tools and regression analysis. *Journal of environmental management*, 182, 80-93. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479716304637>
- Ferronato, N., Gorritty Portillo, M. A., Guisbert Lizarazu, E. G., Torretta, V., Bezzi, M., & Ragazzi, M. (2018). The municipal solid waste management of La Paz (Bolivia): Challenges and opportunities for a sustainable development. *Waste Management & Research*, 36(3), 288-299. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0734242X18755893>
- Figuerola, L. V., Aravena, C. N., & Figuerola, A. V. (2017). Experiencias y avances en la política sobre la gestión de residuos sólidos en el Perú. *Revista LIDER*, 19(30), 9–21. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7302073>
- Hernández. (2010). *Metodología de la Investigación* (McGRAW-HILL (ed.); Sexta Edic). https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=metodologia+de+la+investigacion++sampleri&btnG=
- Hernandez y Batista. (2014). *Metodología de la investigación*. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Sexta edic, Vol. 53, Issue 9). <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2. Hernandez, Fernandez y Baptista-Metodología Investigación Científica 6ta ed.pdf>
- Herrera-Murillo, J., Rojas-Marín, J. F., & Anchía-Leitón, D. (2016). Tasas de generación y caracterización de residuos sólidos ordinarios en cuatro municipios del área metropolitana costa rica. *Revista Geográfica de América Central*, 2(57), 235-260. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/8902/10203>
- Hettiarachchi, H., Ryu, S., Caucci, S., & Silva, R. (2018). Municipal solid waste management in

- Latin America and the Caribbean: Issues and potential solutions from the governance perspective. *Recycling*, 3(2), 19.
- Ikhlayel, M. (2018). Development of management systems for sustainable municipal solid waste in developing countries: a systematic life cycle thinking approach. *Journal of Cleaner Production*, 180, 571-586.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618300659?via%3Dihub>
- Lopez, & Flores. (2020). Análisis de la gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en el Perú durante el período 2015 - 2020 [Universidad Privada del Norte].
[https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24924/Lopez Oliveros%2C Elmer - Arteaga Flores%2C Wilmer Merardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24924/Lopez%20Oliveros%20Elmer%20Arteaga%20Flores.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Merelles, L. R. D. O., Silva, C. D. O., Luz, M. P. D., Menezes, J. E. D., & Dias, V. D. S. (2019). Forecasting of solid waste generation for the Aparecida de Goiania (GO), Brazil, landfill by time series. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 24, 537-546.
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000478796200013>
- Ministerio del Ambiente Perú. (2019). Agenda de Investigacion Ambiental del 2013 al 2021 (W. W. E. S.A.C. (ed.); 1 Edición). http://www.minam.gob.pe/investigacion/wp-content/uploads/sites/19/2013/10/Agenda-de-Investigación-Ambiental_Interiores.pdf
- Oribe-Garcia, I., Kamara-Esteban, O., Martin, C., Macarulla-Arenaza, A. M., & Alonso-Vicario, A. (2015). Identification of influencing municipal characteristics regarding household waste generation and their forecasting ability in Biscay. *Waste management*, 39, 26-34.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X15001002>
- Quispe, K., Martínez, M., da Costa, K., Romero Giron, H., Via y Rada Vittes, J. F., Mantari Mincami, L. D., ... & López-Gonzales, J. L. (2023). Solid Waste Management in Peru's Cities: A Clustering Approach for an Andean District. *Applied Sciences*, 13(3), 1646.
<https://www.mdpi.com/2076-3417/13/3/1646>
- Singh, D., & Satija, A. (2018). Prediction of municipal solid waste generation for optimum planning and management with artificial neural network—case study: Faridabad City in Haryana State (India). *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 9, 91-97. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000427933000012>
- Silpa Kaza, Lisa Yao, P. B. T., & Woerden, F. Van. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050 (World Bank (ed.); World Bank).
<https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- Soto-Córdoba, S., & González-Buitrago, J. (2019). Determination of generation index and composition of solid waste from urban area in Turrialba, Costa Rica. *Revista Tecnología en*

Marcha, 32(3), 106-117. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0379-39822019000300106&script=sci_arttext&tlng=en

Sukma, P., Srinok, K., Papong, S., & Supakata, N. (2022). Chula model for sustainable municipal solid waste management in university canteens. *Heliyon*, 8(10), e10975.

<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10975>

Ugwu, C. O., Ozoegwu, C. G., & Ozor, P. A. (2020). Solid waste quantification and characterization in university of Nigeria, Nsukka campus, and recommendations for sustainable management. *Heliyon*, 6(6), e04255.<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04255>

2020.e04255