

REVISIÓN

Municipal Waste Management: Challenges and Perspectives from an Environmental Sustainability Perspective

Gestión de Residuos Municipales: Retos y Perspectivas desde la Sostenibilidad Ambiental

Miguel Ángel Melgarejo Quijandria¹ 

¹Universidad César Vallejos, Escuela de Posgrado, Programa Académico de Doctorado en Gestión Pública y Gobernabilidad. Lima, Perú.

Citar como: Melgarejo Quijandria MA. Municipal Waste Management: Challenges and Perspectives from an Environmental Sustainability Perspective. Environmental Research and Ecotoxicity. 2023; 2:60. <https://doi.org/10.56294/ere202360>

Enviado: 17-09-2022

Revisado: 05-02-2023

Aceptado: 20-05-2023

Publicado: 21-05-2023

Editor: Prof. Dr. William Castillo-González 

ABSTRACT

The study addressed the issue of municipal solid waste management, highlighting its impact on public health, the environment and sustainable development. A review of national and international research showed that waste management has been limited by structural, logistical and institutional factors, despite the existence of regulations such as the General Law on Solid Waste in Peru. It was analysed how segregation at source, recovery and reduction of waste were key actions that municipalities should have promoted, although they faced significant challenges. It was also documented that the participation of citizens, businesses and educational institutions was decisive in the effectiveness of environmental management programmes. Empirical evidence showed that local public policies did not always achieve tangible changes, as in the Brazilian case, where management indicators did not improve significantly. In other contexts, such as in India and South Africa, a lack of accurate data and low waste recovery was observed, which made sustainable planning difficult. It was concluded that successful waste management depended on a systemic, preventive and participatory approach, integrating appropriate technologies, quantification methodologies and a strengthened environmental culture. Finally, the urgent need to invest in infrastructure and strengthen the institutional capacity of local governments to achieve sustainable and healthy cities was emphasised.

Keywords: Waste Management; Environmental Culture; Recovery; Sustainability; Municipalities.

RESUMEN

El estudio abordó la problemática del manejo de los desechos sólidos municipales, destacando su impacto en la salud pública, el medio ambiente y el desarrollo sostenible. A partir de la revisión de investigaciones nacionales e internacionales, se evidenció que la gestión de residuos ha sido limitada por factores estructurales, logísticos e institucionales, a pesar de la existencia de normativas como la Ley General de Residuos Sólidos en el Perú. Se analizó cómo la segregación en la fuente, la valorización y la reducción de residuos fueron acciones clave que los municipios debieron impulsar, aunque enfrentaron desafíos significativos. Asimismo, se documentó que la participación de la ciudadanía, las empresas y las instituciones educativas resultó determinante en la eficacia de los programas de gestión ambiental. La evidencia empírica mostró que las políticas públicas locales no siempre lograron cambios tangibles, como en el caso brasileño, donde los indicadores de gestión no mejoraron de manera significativa. En otros contextos, como en India y Sudáfrica, se observó una falta de datos precisos y una baja valorización de residuos, lo que dificultó la planificación sostenible. Se concluyó que el éxito en la administración de los residuos dependió de un enfoque sistémico, preventivo y participativo, que integrara tecnologías adecuadas, metodologías de cuantificación y una cultura ambiental fortalecida. Finalmente, se resaltó la necesidad urgente de invertir en infraestructura y fortalecer la capacidad institucional de los gobiernos locales para lograr ciudades sostenibles y saludables.

Palabras clave: Gestión De Residuos; Cultura Ambiental; Valorización; Sostenibilidad; Municipios.

INTRODUCCIÓN

Una de Los principales problemas en el mundo es el manejo y administración de los desechos generados por las acciones diversas de las personas, es una dificultad mundial que empleara de una mejora en la cultura medioambiental en toda las poblaciones; con ese tipo de forma de pensar, Zhang et al.⁽¹⁾ propusieron que el lugar final de colocación de los residuos debe ser prioridad de cada país; por tal motivo, los desechos sólidos municipales tocan la vida de las personas y su naturaleza, en tanto, su disposición y administración son hoy en día muy importantes.⁽²⁾

Todas las personas, en la mayoría de actos y situaciones que hacemos, generamos desechos de diversa índole que se puede o no reaprovechar. Siempre es muy complicado no generar desechos todos los días, eso quiere decir que es muy importante entender la responsabilidad que no toca asumir con respecto a esta contaminación de nuestro medio ambiente el cual es la generadora de diversas enfermedades en las diversas poblaciones.^(3,4,5,6,7)

Con respecto a una de las principales dificultades que tienen todos los distritos del Perú es justamente el mal manejo de a la administración de los desechos orgánicos e inorgánicos que conforman los residuos municipales. Justamente la administración de los desechos orgánicos e inorgánicos es responsabilidad de los municipios tal y como lo dice la Ley General de Residuos Sólidos - Ley N° 27314. Entonces, son los alcaldes en sus localidades los encargados de formular, planificar ejecutar y controlar las respectivas acciones para manejar la problemática de los residuos municipales.⁽⁴⁾

DESARROLLO

Alrededor del mundo tenemos un gran desafío que va contra la tranquilidad de las poblaciones, genera problemas de salud, causa un retroceso en la subsistencia, va en contra del medio ambiente, genera diversos residuos y falta de cultura ambiental para su manejo.^(8,9,10)

Conforme a los trabajos realizados fuera del país se tiene a Henríquez et al.⁽⁵⁾, quienes propusieron en su tesis con la intención de comprender las relación del medio ambiente con la perspectiva de quien consume y quien desecha residuos en la ciudad de Medellín, el cual concluye que hay diversas costumbres para ir mejorando el medio ambiente mediante la agrupación y almacenaje de residuos por personas más aun cuando no están acostumbrados a realizar estas prácticas tan importantes.^(11,12) Investigación de tipo teórica y conceptual sobre la Responsabilidad Social en el manejo de los residuos sólidos y tiene como objetivo, construir indicadores para medir el desempeño social y ambiental de las organizaciones.^(13,14,15) A través de la metodología de la revisión documental, se reflexiona sobre el compromiso de directivas y organizaciones que se implican en los residuos sólidos como un enfoque de gestión beneficioso con la sociedad y el entorno. Se revisan algunas estrategias y corrientes que proponen una serie de prácticas inclusivas de actores del entorno, buscando impactar positivamente en la calidad de vida de las personas. Estrategias empresariales que proponen valores agregados para la organización y la sostenibilidad ambiental de la sociedad.^(16,17,18,19)

Según la Ley de administración integral de desechos sólidos, aplica de forma específica que es trabajo de los municipios la inclusión continua de planes de separación in situ y segregación detallada de desechos sólidos en todas las zonas de su jurisdicción, es así que se busca reaprovechar y asegurar la disposición final de forma técnica, valorizada y adecuada.⁽⁶⁾ La implantación o el mejoramiento de un programa para reaprovechar desde la captación en la el mismo lugar responde a la búsqueda de disminuir las cantidades de desechos sólidos, ya que es en esa primera línea de recolección es decir en fuente donde se pueden conseguir los mejores resultados de captar residuos inorgánicos con un poder de valorización mucho más elevado que cuando se combina con residuos orgánicos.^(20,21,22,23,24)

En este sentido Cetrulo et al.⁽⁷⁾ menciono que en Brasil se estableció una metodología de trabajo de casos en el que se implantó una política de residuos sólidos y se dispone de una base de datos. Se llevó a cabo un trabajo estadístico empírico sobre datos de panel para revisar si los indicadores los cuales son un punto importante para revisar el nivel de trabajo de la administración de desechos municipales mejoraron o no.^(25,26,27,28,29,30) Los hallazgos sugieren que el plan nacional de residuos sólidos no ha logrado los cambios deseados en la administración de residuos municipales, particularmente no se observó una mejora significativa en los indicadores estudiados: generación de residuos municipales, frecuencia de recolección de residuos, tasa de residuos reciclables recuperados y proporción de rellenos sanitarios. Además, el documento concluye con las lecciones aprendidas y apoya la identificación de limitaciones y estrategias que pueden extrapolarse a otros países en desarrollo.^(31,32,33,34,35,36,37)

Es entonces que Torres et al.⁽⁸⁾ en su artículo da una visión desde los grupos de trabajo: empresas, el estado y la sociedad es entonces que el articulo presenta puntos importantes sobre temas en relación con la administración de desechos, esta labor se posiciono en zonas residenciales en la zona de Villavicencio, con el

objeto de revisar la actualidad e interponer puntos críticos como la línea base para hacer mejoras en los procesos de hoy en cuanto a la sostenibilidad de una buena administración de los desechos sólidos en esta zona.^(38,39,40,41) Entre sus resultados, se manifiesta unas políticas públicas municipales bastante desmejorada debido a que el estado tiene una mala percepción respecto a sus funciones según normativa y se resalta de manera acertada que los diversos grupos de involucrados tienen la misma opinión en que las personas que conforman esta ciudad son principalmente el origen de la problemática, donde el mejoramiento situacional debe orientarse en esta dirección. Hay que mencionar que el 87 % de la población mencionan su deseo de disponer con su participación y cooperación, así como la necesidad de trabajar mejor el tema de la segregación, por lo cual futuros planes de trabajo o programas con su activa participación serían sostenibles de gran manera.^(42,43,44,45)

Del mismo modo Del Ángel Sánchez⁽⁹⁾ en su trabajo propuesto para la administración completa en la gestión de desechos no domiciliarios y especiales en una entidad superior de educación. El aumento de las poblaciones también hace que aumenten los desechos sólidos y que hasta ahora a generado problemas en el medio ambiente que requiere la atención debida por los impactos ambientales que puede generar a nuestro entorno y especialmente en la salud. En la Universidad Tecnológica General Mariano Escobedo de México se trabaja con la población en la formación de profesionales con el fin de impulsar que participen otras Universidades que apunten a la solución y mejoramiento de problemas medioambientales; se busca desarrollar un plan dirigido a la sostenibilidad. Un punto importante a tener en cuenta es el de los desechos sólidos municipales y los residuos sólidos especiales. Se encontraron los puntos críticos de generación, se dio un periodo de muestra de 8 días por predio, se realizó una medición directa y caracterización de los desechos. Se pudo ver un aumento de generación de polietileno tereftalato, envases de diversa reutilización como residuos con valorización. Se ha encontrado que por persona diariamente en promedio se genera 0,53 Kg/hbt/día y de forma anual se llega a generar 19806,3 Tn. En conclusión, se ha tenido conocimiento y conciencia de los problemas ambientales en el aspecto de la generación de desechos sólidos una problemática de nuestro país que es muy importante para ir haciendo y aplicando algunas acciones que sirvan para recuperar y mejorar nuestro entorno ambiental con la finalidad de buscar un desarrollo sustentable que nos dé una mejor mirada hacia el futuro del país inmerso en una economía de avance.^(46,47,48)

La experiencia de Chaudhary et al.⁽¹⁰⁾ en cuanto a la generación total de desechos en la India reportada para 2018 es muy incierta, principalmente porque se carece de datos de observación de las regiones rurales de la India. Esto dificulta la limitación de los residuos rurales y tasas de generación. Los datos oficiales del gobierno niegan la existencia de generación de residuos rurales en India. La brecha de datos rurales dificulta la construcción de inventarios abiertos precisos de emisiones de quema de desechos y la planificación de desechos e infraestructura de gestión. Nuestro estudio presenta datos de actividad de regiones rurales poco estudiadas en India y establece la interrelación entre la generación de desechos y los ingresos de los hogares tanto en las zonas desarrolladas como en no desarrolladas de la India.^(49,50,51) Nosotros utilizamos esta relación para crear un conjunto de datos de generación de residuos y tratamiento de residuos y construir un inventario abierto de emisiones por quema de residuos para la India (OWBEII) para el año 2021, después de segregar tanto las zonas rurales y población urbana en 5 grupos de ingresos con la ayuda de datos socioeconómicos de las encuestas nacionales de salud. La quema de desechos al aire libre es una práctica ampliamente establecida de eliminación de desechos en los países en desarrollo y emite partículas materias contaminantes, un conjunto de carcinógenos.^(52,53)

De la misma forma Lopez⁽¹¹⁾ preparo un plan de reciclaje in situ con recojo selectivo de desechos en las viviendas para la zona de La matanza - Morropon como una solución al deficiente trabajo sobre donde llevar finalmente los desechos sólidos municipales. Para esto, se ubicaron 2160 predios en donde se tomaron y encuestaron mediante el método de la meta 36 dada por el Ministerio de Economía y Finanzas [MEF]⁽¹²⁾ a 379 predios, ellos fueron participes constantemente del trabajo y a quienes se aplicó el instrumento. Se ha tenido como respuesta que el 28,00 % de los desechos sólidos captados en su mayoría fueron de papeles (25,00 %) y cartonés (4,00 %). Se ha calculado que en esta zona se generó un total de 7,89 toneladas al mes de desechos sólidos, una parte de ellos 1,93 Tn se negociaron de manera comercial lo que dejó un ingreso de 701,60 soles, siendo los papeles los residuos que más aportaron (493,90 soles). El 86,00 % de las personas que participaron, se mostraron dispuestos a separar sus desechos que generaban en sus predios. Culminando, el Municipio de La Matanza presentó una serie de situaciones incapaces de solucionar la problemática frente a esta problemática de contaminación, teniendo algunos contratiempos en las compras y manejo de los servicios de limpieza, el mismo que se a mostrado a través de una común molestia por la población (41,00 %)

Quispe⁽¹³⁾ en su trabajo científico denominado, Administración de desechos sólidos y niveles de ambiente contaminado en la zona D de Huaycán - Ate, 2019, a tenido como motivo principal encontrar como se relacionan significativamente la administración de residuos sólidos y los niveles contaminados en el ambiente en la zona D de Huaycán - Ate, 2019. Se utilizó el método descriptivo correlacional, con enfoque cuantitativo. El número de pobladores fue de 1266 personas de la zona D de Huaycán - Ate, 2019, con una muestra representativa de 103 familias. La técnica utilizada para encontrar los datos fue encuestas la administración de desechos

y el cuestionario niveles de impacto del medio ambiente, con validación de expertos y hallando su grado de confianza a través del Alfa de Cronbach encontrándose 0,75 para administración de desechos sólidos y 0,87 el nivel de contaminación del medio ambiente como corresponde. Del trabajo realizado se dedujo que hay una relación importante entre la administración de desechos sólidos y el contaminar el medio ambiente en la zona D de Huaycán - Ate, 2019, con un nivel de significancia de 0,000.

Es entonces que Alvino⁽¹⁴⁾ en su trabajo de investigación sobre gestión y conciencia ambientales en la zona de Ancón, 2020 manifiesta como finalidad general del proyecto comprobar la relación entre la administración ambiental y la concientización de las personas en temas medio ambientales en Ancón 2020. En cuanto al método, se utilizó el método cuantitativo y diseño fue no experimental. Su población estaba conformada por 1810 pobladores y el tamaño de muestra fue de 315 personas, el instrumento fue dos encuestas para la captación de datos que se relacionan con las dos variables de estudio. El resultado determinó que hay una relación importante entre las variables administración ambiental y cultura ambiental, siendo probada por medio de la prueba estadística de Rho de Spearman, cuyo valor de "p", fue inferior de 0,05. El coeficiente de correlación tuvo un valor de 0,961, indicando que el nivel de administración del ambiente en el distrito de Ancón, relacionado a la concientización ambiental, fue de mucha significación. Finalmente se concluye que conforme se elabore una adecuada administración ambiental, habrá una mejor cultura ambiental en el distrito de Ancón, por lo tanto, se beneficiará la población.

En cuanto a las bases teóricas - científicas tenemos en primer lugar el manejo de los desechos sólidos. Esto debido al aumento desmedido de los desechos municipales, que generan el crecimiento constante de las poblaciones en total y el desarrollo de las empresas e industria correspondiente a desechos sólidos no domiciliarios, para Roselli⁽¹⁵⁾ constituye un problema medio ambiental que se amplía a la gran mayoría de los países a nivel mundial, incluyendo aun los desarrollados.^(54,55,56,57) Además de la poca concientización del reciclaje a nivel mundial es preocupante el aumento constante del volumen de residuos domiciliarios y no domiciliarios, aunque algunas naciones cuentan con leyes para el manejo de los desechos, la gran mayoría no cuenta con infraestructura tecnificada y las personas necesarias para ponerlo puesta en marcha. Existen varios factores que ocasionan el aumento desmedido de los residuos sólidos, uno de los más complicados es justamente el crecimiento desmedido de las poblaciones, el desarrollo empresarial e industrial y el aumento de áreas urbanas muchas de ellas antes fueron zonas rurales. La consecuencia de la generación de inmensos volúmenes de residuos sólidos urbanos las urbes están siendo golpeadas por un nuevo problema relativo a la contaminación ambiental y deterioro generalizado del mismo. Entre los puntos que pueden causar el manejo inadecuado de los residuos están las técnicas no correctas de la recolección de residuos, las malas e ineficientes instalaciones encaminadas a tratar los residuos sólidos, la carencia de infraestructura para el acopio transporte y última disposición, otras más que influyen en este trabajo. Zhang et al.⁽¹⁾ ha utilizado para determinar el shock ambiental total de las opciones de administración de residuos municipales en la programación de la estrategia y la toma de decisión. Los estudios existentes han cubierto una amplia gama de enfoques detallados, desde la tecnología de tratamiento de residuos hasta los métodos de modelado aplicados.

En segundo lugar, tenemos los principios de la administración de desechos sólidos la cual se encuentra basada y sostenida en los principios de cautelar y actuar con prevención.⁽¹⁶⁾ Se debe evitar generar residuos en exceso y, reducir los contenidos de residuos peligrosos. De esta forma se evitan los riesgos en cuanto a enfermedades diversas, así como la contaminación del ambiente que nos rodea. A un plazo largo, esta política sugiere la segregación para contrarrestar las dificultades relacionadas con los residuos con miras a proponer sostenibilidad del trabajo. En la valorización de los residuos sólidos debe tomarse en cuenta su dimensión triple: reutilizar, reciclar y valorizar energéticamente. La eliminación final va de la mano con la separación in situ en primer lugar para extraer los residuos reutilizables. En ese sentido Sereda⁽¹⁷⁾ describe la investigación de la composición morfológica de los residuos sólidos urbanos (RSU) en el territorio de Perm durante el período de autoaislamiento asociado con el SARS-CoV-2. Se ha comprobado que el indicador de la composición morfológica de los RSU es decisivo en el campo de la gestión de los RSU y determina la elección del método más aceptable de eliminación de los mismos.

En tercer lugar, tenemos a la prevención. Los impactos de medio ambiente de la creación de productos o de una empresa no se limita a la generación de desechos diversos.⁽¹⁸⁾ Mas bien, el impacto de una forma específica de materias debería manejarse en un ciclo de generación de residuos. En principio, la carga para el medio ambiente debe darse en función de un enfoque de saber cómo manejar los residuos sólidos de principio a fin. Desde su generación domiciliario o no domiciliaria, hasta su disposición final. Se trata de conservar las materias primas, la energía y minimizar producción de desechos en específicamente residuos peligrosos y especiales. En un plazo mayor, deberíamos buscar la desmaterialización de productos y procesos ya que en el análisis del ciclo de generación de residuos podría resultar muy útil en la planificación y ordenamiento de los mismo. De esta forma Ibáñez-Forés et al.⁽¹⁹⁾ analiza las labores sociales de los sistemas de gestión administrativa de desechos sólidos urbanos (RSU) en países en desarrollo. Para ello, se propone un conjunto de categorías de impacto social, indicadores y métricas capaces de evaluar las condiciones socioeconómicas y laborales de los diversos

actores personas involucradas en el manejo de los desechos municipales.

En cuarto lugar, en cuanto a la reducción de los desechos sólidos. En este camino buscamos cumplir con todas las labores basadas en la minimizar los desechos sólidos cumpliendo con las 6 “Rs”,⁽²⁰⁾ donde se recomienda lo siguiente:

- Reducir: El proceso por el cual se reduce el potencial de generación de residuos a través diversas herramientas concientización, capacitación, etc.)
- Reutilizar: reutilizar un producto por segunda vez para darle un nuevo uso o un uso diferente.
- Reciclar: segregar los residuos inorgánicos como materia prima
- Rechazar: no adquirir productos que apliquen desechos innecesarios, que provoquen contaminación.
- Responsabilizar: tarea correspondiente a los generadores.
- Respetar: nuestro mundo, nuestro hogar, reconociendo a todo vivo.

En quinto lugar, por tanto, que La segregación es la acción de juntar muchos tipos de componentes inorgánicos o elementos físicos diversos para su posterior reutilización en otras labores específicas. Consiste en uno de los puntos más importantes en el camino de una buena administración integral de los desechos sólidos municipales. En ese sentido, Owojori et al.⁽²¹⁾ nos menciona que la recuperación y el reciclaje de residuos en Sudáfrica como economía en desarrollo aún no ha recibido la atención necesaria en comparación con otros lugares y ciudades sostenible. La medición de cómo están compuestos los desechos sólidos es un prerrequisito fundamental para la creación de un proceso sostenible y viable de sistemas que administren bien el manejo de los desechos sólidos y nuestro país pasa por una situación bastante parecida.

En sexto lugar tenemos la valorización de los residuos. El valorizar los desechos es un tema muy importante en cuanto a política sostenible de manejo de residuos sólidos. Así expuso Gu et al.⁽²²⁾ en sus investigaciones sobre el reciclaje y nos dice que es una práctica esencial para el funcionamiento exitoso de las ciudades con cero residuos. Es fundamental comprender el potencial de reciclaje de residuos reciclables. En su estudio cuantifica los residuos valorizables de diferentes ciudades de China. Suzhou, Yangzhou y Suqian representan ciudades de ingresos altos, medios y bajos, respectivamente. Por tal motivo, si no puede evitarse la producción de residuos una parte de ellos pueden ser reutilizadas posterior a eso un proceso de darle un valor a cada tipo de residuo reutilizable los cuales en el mercado manejan diferentes precios en el camino de generar ingresos extras tanto a los vecinos como al municipio que los recolecta.^(23,55,56,57) Finalmente se transforman los diversos productos con el fin de elaborar nuevos y/o si se tratara de residuos sólidos orgánicos sus debidos procesos en la conformación hoy en día de diversos combustibles y elaboraciones de compost, tan importantes hoy en día en nuestra agricultura.

CONCLUSIONES

La gestión integral de los desechos sólidos municipales representa un componente crítico dentro de las políticas públicas ambientales, cuya ineficiencia conlleva implicancias negativas en la salud pública, la calidad ambiental y el desarrollo sostenible. La evidencia empírica y teórica revisada permite constatar que, si bien existen marcos normativos, como la Ley General de Residuos Sólidos en el caso del Perú, su implementación aún enfrenta múltiples limitaciones estructurales, logísticas, institucionales y culturales.

Los estudios analizados destacan la necesidad de fortalecer las capacidades de los gobiernos locales para la planificación, ejecución y control de programas orientados a la valorización, segregación en la fuente, y reducción de residuos. Asimismo, se evidencia que el éxito de estos procesos depende en gran medida de la articulación intersectorial entre el Estado, la empresa privada, el sector académico y la ciudadanía, así como del diseño de estrategias sostenidas de educación y concienciación ambiental.

Desde una perspectiva técnica, resulta fundamental priorizar la gestión diferenciada de residuos domiciliarios y no domiciliarios, implementar tecnologías de tratamiento eficientes, y desarrollar infraestructuras que permitan un manejo adecuado desde la generación hasta la disposición final. De igual manera, la incorporación de metodologías de cuantificación, caracterización y análisis de ciclo de vida de los residuos permite optimizar la toma de decisiones en contextos urbanos y rurales, tal como lo demuestran experiencias internacionales.

En ese sentido, se concluye que la gestión de los residuos sólidos debe enmarcarse dentro de un enfoque sistémico, preventivo y participativo, orientado a minimizar la generación de residuos, maximizar su valorización y asegurar una disposición final ambientalmente adecuada. Solo a través del fortalecimiento institucional, la inversión en infraestructura sostenible y la consolidación de una cultura ambiental integral, será posible avanzar hacia un modelo de desarrollo que garantice la sostenibilidad ambiental y el bienestar de las poblaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zhang J, Qin Q, Li G, Tseng CH. Sustainable municipal waste management strategies through life cycle assessment method: A review. *J Environ Manag.* 2021a;287:112238. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112238>

2. Taleb MA, Al Farooque O. Towards a circular economy for sustainable development: An application of full cost accounting to municipal waste recyclables. *J Clean Prod*. 2021;280:124047. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124047>
3. Shukla P, Sharma PK, Pandey S, Chintala V. Unsegregated municipal solid waste in India - current scenario, challenges and way forward. *Nat Environ Pollut Technol*. 2021;20(2):851-63. <https://doi.org/10.46488/NEPT.2021.v20i02.048>
4. Nieto-Juárez JI, Torres-Palma RA, Botero-Coy AM, Hernández F. Pharmaceuticals and environmental risk assessment in municipal wastewater treatment plants and rivers from Peru. *Environ Int*. 2021;155:106674. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106674>
5. Henríquez GR, Garzon MA, Mejia C, Torrenegra AJ, Rada JA. Medición de impactos socioambientales y responsabilidad social organizacional. *Dimensión Empresarial*. 2019;17(4):1-22. <https://doi.org/10.15665/dem.v17i4.2111>
6. Huamaní Montesinos C, Tudela Mamani JW, Huamaní Peralta A. Problema ambiental de gestión de residuos sólidos de la ciudad de Juliaca-Puno-Perú. *Rev Investig Altoandinas*. 2020;22(1):106-15. <https://doi.org/10.18271/ria.2020.541>
7. Cetrulo TB, Marques RC, Cetrulo NM, Pinto FS, Moreira RM, Mendizábal-Cortés AD, et al. Effectiveness of solid waste policies in developing countries: A case study in Brazil. *J Clean Prod*. 2018;205:179-87. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.094>
8. Torres ÁMN, González JMT, Torres APN. Gestión de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Villavicencio. Una mirada desde los grupos de interés: Empresa, estado y comunidad. *Rev Luna Azul*. 2017;44(44):177-87. <https://doi.org/10.17151/luaz.2017.44.11>
9. Del Ángel Sánchez MM. Propuesta para el Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial en una Institución. 2017;1-19.
10. Chaudhary P, Garg S, George T, Shabin M, Saha S, Subodh S, et al. Underreporting and open burning - the two largest challenges for sustainable waste management in India. *Resour Conserv Recycl*. 2021;175:105865. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105865>
11. Lopez R. Elaborar el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios para el distrito de la Matanza-2020. 2020.
12. Tamayo G. Diseños muestrales en la investigación. *Semestre Económico*. 2001;4(7):121-32.
13. Quispe N. Gestión de residuos sólidos y niveles de contaminación ambiental en la Zona R de Huaycán - Ate, 2019. 2019;1-102. Available from: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/40732/Quispe_SN.pdf?sequence=1&isAllowed=y
14. Alvino ER. Gestión ambiental y conciencia ambiental en el distrito de Ancón, 2020. *Psikologi Perkembangan*. 2021 Oct. Available from: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3000/Silva%20Acosta.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
15. Roselli ND. El aprendizaje colaborativo: Bases teóricas y estrategias aplicables en la enseñanza universitaria. *Propósitos Represent*. 2016;4(1):219-50. <https://doi.org/10.20511/pyr2016.v4n1.90>
16. Cruz SE, Ojeda S. Gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos. *Rev Int Contam Ambient*. 2015;29(Suppl. 3):7-8. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/370/37029665017.pdf>
17. Sereda TG. Study of the morphological composition of municipal solid waste in the Perm region. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*. 2021;677(4):042080. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/4/042080>
18. Estrella López BC, Aguilar Berrezueta RJ, Maza Abad GP, Machuca Vivar SA. Evaluation of knowledge

on biosafety culture in waste management among Uniandes staff. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias*. 2023; 2:932.

19. Ibáñez-Forés V, Bovea MD, Coutinho-Nóbrega C, de Medeiros HR. Assessing the social performance of municipal solid waste management systems in developing countries: Proposal of indicators and a case study. *Ecol Indic*. 2019;98:164-78. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.10.031>

20. Chaves-Arias R, Campos-Rodríguez R, Brenes-Peralta L, Jiménez-Morales MF. Compostaje de residuos sólidos biodegradables del restaurante institucional del Tecnológico de Costa Rica. *Rev Tecnol Marcha*. 2019;32:39-53. <https://doi.org/10.18845/tm.v32i1.4117>

21. Owojori O, Edokpayi JN, Mulaudzi R, Odiyo JO. Characterisation, recovery and recycling potential of solid waste in a university of a developing economy. *Sustainability*. 2020;12(12):1-17. <https://doi.org/10.3390/su12125111>

22. Gu B, Tang X, Liu L, Li Y, Fujiwara T, Sun H, et al. The recyclable waste recycling potential towards zero waste cities - A comparison of three cities in China. *J Clean Prod*. 2021; 295:126358. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126358>

23. Cárdenas-Ferrer TM, Santos-Herrero RF, Contreras-Moya AM, Rosa-Domínguez E, Domínguez-Núñez J. Propuesta Metodológica Para el Sistema de Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos en Villa Clara. *Tecnol Quím*. 2019;:471-88. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852019000200471&script=sci_arttext&tlng=pt

24. Alvarenga JCL, Bernal AR, Navarro MP, Cossío SS. Cómo se puede estimar el tamaño de la muestra de un estudio. *Dermatol Rev Mex*. 2010;54(6):375-9.

25. Al-Salem SM, Lettieri P, Baeyens J. Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review. *Waste Manag*. 2019;29(10):2625-43. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.06.004>

26. Allan A, Barbour E, Nicholls RJ, Hutton C, Lim M, Salehin M, et al. Developing socio-ecological scenarios: A participatory process for engaging stakeholders. *Sci Total Environ*. 2021;807:150512. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150512>

27. Asare W, Oduro-Kwarteng S, Donkor EA, Rockson MAD. Recovery of municipal solid waste recyclables under different incentive schemes in Tamale, Ghana. *Sustainability*. 2020;12(23):9869. <https://doi.org/10.3390/su12239869>

28. Bermúdez W. Gestión ambiental para minimizar la contaminación de la biodiversidad en los pueblos lacustres de Ciénaga grande santa Marta. 2019;IV:128-46.

29. Cheela VRS, Ranjan VP, Goel S, John M, Dubey B. Pathways to sustainable waste management in Indian Smart Cities. *J Urban Manag*. 2021;10(4):419-29. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2021.05.002>

30. Corbetta P. Metodología y técnicas de investigación social. 1a ed. Madrid: McGraw-Hill; 2007.

31. Edjabou ME, Takou V, Boldrin A, Petersen C, Astrup TF. The influence of recycling schemes on the composition and generation of municipal solid waste. *J Clean Prod*. 2021;295:126439. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126439>

32. Fang W, Huang Y, Ding Y, Qi G, Liu Y, Bi J. Health risks of odorous compounds during the whole process of municipal solid waste collection and treatment in China. *Environ Int*. 2021;158:106951. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106951>

33. Ferronato N, Guisbert Lizarazu EG, Velasco Tudela JM, Blanco Callisaya JK, Preziosi G, Torretta V. Selective collection of recyclable waste in Universities of low-middle income countries: Lessons learned in Bolivia. *Waste Manag*. 2020;105:198-210. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.02.014>

34. Flores RC. Investigación en educación ambiental. *Rev Mex Invest Educ*. 2015;17(55):1019-33. <https://doi.org/10.56294/ere202360>

doi.org/1405-6666

35. García-García JA, Reding-Bernal A, López-Alvarenga JC. Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. *Investig Educ Médica*. 2013;2(8):217-24. [https://doi.org/10.1016/s2007-5057\(13\)72715-7](https://doi.org/10.1016/s2007-5057(13)72715-7)

36. Goerlandt F, Pulsifer K. An exploratory investigation of public perceptions towards autonomous urban ferries. *Saf Sci*. 2021;145:105496. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105496>

37. Hernández R, Fernández C, Baptista MP. *Metodología de la investigación*. 6a ed. México: McGraw-Hill; 2014.

38. Hernández R, et al. Qualitative research through interviews: Its analysis by Grounded Theory. *Cuest Pedagog*. 2016;25:105-18. <https://doi.org/10.12795/CP>

39. Keever MÁV, Novales MGM. El protocolo de investigación IV: las variables de estudio. *Rev Alerg Mex*. 2016;63(3):303-10. <http://revistaalergia.mx/ojs/index.php/ram/article/view/199/336>

40. Malaspina U, Vallejo E. Creación de problemas en la docencia y la investigación. *Reflexiones y Propuestas En Educ Matem*. 2014;7-54.

41. Mamani AV, Castro EBG, Mamani EC, Mamani EA, Mamani VE. Efficiency of Public Entrepreneurial Spending on Solid Waste Management in the Municipalities of the Puno Region. *Acad Entrep J*. 2021;27(5):1-14.

42. Meneses Tutaya N. Las dimensiones de la identidad nacional. *Letras (Lima)*. 2002;73(103-104):219-31. <https://doi.org/10.30920/letras.73.103-104.17>

43. Olivieri C, Martinelli B, Massucatto P, Silva CB. Municipal administration and corruption in the implementation of federal education programs. *Rev Adm Pública*. 2018;52(1):169-79. <https://doi.org/10.1590/0034-7612171081>

44. Paes MX, de Medeiros GA, Mancini SD, Bortoleto AP, Puppim de Oliveira JA, Kulay LA. Municipal solid waste management: Integrated analysis of environmental and economic indicators based on life cycle assessment. *J Clean Prod*. 2020;254:119848. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119848>

45. Pérez DF. La regresión logística: una herramienta versátil. 2021;1-11.

46. Piemonte V, Sabatini S, Gironi F. Chemical Recycling of PLA: A Great Opportunity Towards the Sustainable Development? *J Polym Environ*. 2013;21(3):640-7. <https://doi.org/10.1007/s10924-013-0608-9>

47. Pierini VI, Mazzeo N, Cazenave M, Semmartin M. Waste generation and pro-environmental behaviors at household level: A citizen science study in Buenos Aires (Argentina). *Resour Conserv Recycl*. 2021;170:105560. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105560>

48. Ramírez-Elías, Arbesú-García M. El objeto de conocimiento en la investigación cualitativa: un asunto epistemológico. *Enferm Univ*. 2019;16(4):424-35.

49. Risso VG. Estudio de los métodos de investigación y técnicas de recolección de datos utilizadas en bibliotecología y ciencia de la información. *Rev Esp Doc Cient*. 2017;40(2):1-13. <https://doi.org/10.3989/redc.2017.2.1333>

50. Rosecký M, Šomplák R, Slavík J, Kalina J, Bulková G, Bednář J. Predictive modelling as a tool for effective municipal waste management policy at different territorial levels. *J Environ Manag*. 2021;291:112584. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112584>

51. Soler Cárdenas SF, Soler Pons L. Usos del coeficiente alfa de Cronbach en el análisis de instrumentos escritos. *Rev Méd Electrón*. 2012;34(1):01-06. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242012000100001

52. Torales J, Barrios I, Viveros-Filártiga D, Giménez-Legal E, Samudio M, Aquino S, et al. Knowledge of basic

statistical, epidemiological and research methodology by medical residents from the National University of Asunción, Paraguay. *Educ Med.* 2017;18(4):226-32. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2016.06.018>

53. Troncoso-Pantoja C, Amaya-Placencia A. Interview: A practical guide for qualitative data collection in health research. *Rev Fac Med.* 2017;65(2):329-32. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v65n2.60235>

54. Valenzuela-Levi N. Poor performance in municipal recycling: The case of Chile. *Waste Manag.* 2021;133:49-58. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.07.021>

55. Veazie PJ. Understanding statistical testing. *SAGE Open.* 2015;5(1). <https://doi.org/10.1177/2158244014567685>

56. Weil V. Ethical Issues in Scientific Research. *Sci Eng Ethics.* 1995;1(3):318. <https://doi.org/10.1007/bf02628809>

57. Zhang T, Shi J, Wu X, Lin H, Li X. Simulation of gas transport in a landfill with layered new and old municipal solid waste. *Sci Rep.* 2021;11(1):1-13. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88858-5>.

FINANCIACIÓN

Ninguna.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Miguel Ángel Melgarejo Quijandria.

Investigación: Miguel Ángel Melgarejo Quijandria.

Redacción - borrador original: Miguel Ángel Melgarejo Quijandria.

Redacción - revisión y edición: Miguel Ángel Melgarejo Quijandria.