

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2025,
Volumen 9, Número 1.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1

HACIA UNA GESTIÓN COLABORATIVA DE RESIDUOS: OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS DEL MODELO RESIDUOS CERO EN MUNICIPIOS DE LA REGIÓN CAPITAL DE VERACRUZ

**TOWARDS COLLABORATIVE WASTE MANAGEMENT:
OPPORTUNITIES AND CHALLENGES OF THE ZERO
WASTE MODEL IN MUNICIPALITIES OF THE VERACRUZ
CAPITAL REGION**

Luis Miguel Sánchez Herrera

Instituto Tecnológico Superior de Perote - México

Francisco Hernández Quinto

Instituto Tecnológico Superior de Perote - México

Iris Adriana Landa Torres

Universidad Veracruzana - México

David Medina Hernández

Instituto Tecnológico Superior de Perote - México

Arturo Ernesto Mares Gardea

Tecnológico de Gustavo A. Madero - México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16363

Hacia una gestión colaborativa de residuos: oportunidades y desafíos del modelo Residuos Cero en municipios de la región capital de Veracruz

Luis Miguel Sánchez Herrera¹

a23300001@itsperote.edu.mx

<https://orcid.org/0009-0002-9433-6551>

Instituto Tecnológico Superior de Perote
México

Francisco Hernández Quinto

francisco.hernandez@perote.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-0567-9361>

Instituto Tecnológico Superior de Perote
México

Iris Adriana Landa Torres

ilanda@uv.mx

<https://orcid.org/0000-0002-4828-2612>

Universidad Veracruzana
México

David Medina Hernández

david.medina@perote.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0001-9873-3752>

Instituto Tecnológico Superior de Perote
México

Arturo Ernesto Mares Gardea

dir_gamadero@tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0004-8430-6628>

Tecnológico nacional de México / Tecnológico
de Gustavo A. Madero
México

RESUMEN

La gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) en municipios de la región capital de Veracruz enfrenta desafíos como el crecimiento poblacional, deficiencias en infraestructura y falta de políticas públicas integrales. En este contexto, el presente artículo analiza los retos y oportunidades del Modelo Residuos Cero para su regionalización, enfocándose en tres ejes: participación ciudadana, infraestructura y políticas públicas. A partir de un análisis de gabinete, se identifican barreras y estrategias aplicables al contexto veracruzano. Por un lado, la participación ciudadana es limitada debido a la baja sensibilización y la falta de incentivos para fomentar la colaboración. Además, la infraestructura resulta insuficiente, con pocos centros de acopio y sistemas de reciclaje ineficientes. Por otro lado, las políticas públicas carecen de coordinación entre niveles de gobierno, reduciendo su impacto en la gestión de residuos. No obstante, el análisis también evidencia oportunidades clave, entre ellas, destacan las alianzas público-privadas, campañas educativas y marcos regulatorios emergentes que favorecen prácticas sostenibles. En conclusión, este estudio subraya la necesidad de fortalecer la colaboración intersectorial y propone estrategias basadas en evidencia para mejorar la gestión de los RSU en la región, proporcionando un marco útil para diseñar programas sostenibles y futuras investigaciones.

Palabras clave: residuos cero, participación social, colaboración, gestión

¹ Autor Principal

Correspondencia: a23300001@itsperote.edu.mx

Towards collaborative waste management: opportunities and challenges of the Zero Waste model in municipalities of the Veracruz capital region

ABSTRACT

Urban solid waste (USW) management in municipalities of the capital region of Veracruz faces challenges such as population growth, infrastructure deficiencies and lack of comprehensive public policies. In this context, this article analyzes the challenges and opportunities of the Zero Waste Model for its regionalization, focusing on three axes: citizen participation, infrastructure and public policies. Based on a desk analysis, barriers and strategies applicable to the Veracruz context are identified. On the one hand, citizen participation is limited due to low awareness and lack of incentives to encourage collaboration. In addition, infrastructure is insufficient, with few collection centers and inefficient recycling systems. Moreover, public policies lack coordination between levels of government, reducing their impact on waste management. However, the analysis also highlights key opportunities, including public-private partnerships, educational campaigns and emerging regulatory frameworks that favor sustainable practices. In conclusion, this study underscores the need to strengthen inter-sectoral collaboration and proposes evidence-based strategies to improve MSW management in the region, providing a useful framework for designing sustainable programs and future research.

Keywords: zero waste, social participation, collaboration, management

Artículo recibido 14 noviembre 2024

Aceptado para publicación: 23 diciembre 2024



INTRODUCCIÓN

La gestión de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) representa uno de los mayores desafíos medioambientales, sociales y económicos de las últimas décadas. A nivel global, el aumento en la generación de residuos es una consecuencia directa del crecimiento demográfico, la urbanización acelerada y los patrones de consumo insostenibles. Según datos de organismos internacionales como el Banco Mundial (2022), se generarán más de 2000 millones de toneladas de RSU al año, de los cuales una gran proporción termina en vertederos no controlados, agravando los problemas de contaminación ambiental, los costos económicos derivados de la gestión inadecuada y las inequidades sociales que surgen de la falta de acceso a sistemas eficaces de recolección y disposición final (Wilson et al., 2012).

En México, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) establece las bases para la gestión adecuada de los materiales reciclables (DOF, 2003). Este marco normativo incluye principios de responsabilidad compartida, donde los productores, consumidores y gobiernos colaborar para reducir el impacto ambiental de los residuos (Villaseñor et al., 2018). Aunado a ello, busca fortalecer los sistemas de recolección selectiva, incentivar la valorización de residuos y minimizar la dependencia de rellenos sanitarios, alineándose con los compromisos internacionales adquiridos por México, como la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (ONU, 2015). En Veracruz, esfuerzos previos como el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos han buscado fortalecer la infraestructura y fomentar la participación ciudadana; sin embargo, estos han enfrentado limitaciones en su implementación debido a problemas como la falta de financiamiento adecuado, la carencia de incentivos para la separación desde la fuente y una baja sensibilización de la población sobre la importancia de una gestión sostenible de los residuos (Gobierno del Estado de Veracruz, 2019; INECC, 2020). De igual manera, los esfuerzos han sido fragmentados, careciendo de una estrategia integral que involucre tanto a los sectores público como privado, lo que ha limitado su impacto a largo plazo. Como muestran los datos de la SEMARNAT (2020), en Veracruz, solo el 45% de los municipios cuentan con programas formales de gestión de residuos, mientras que el 30% de los residuos generados no reciben un manejo adecuado, terminando en vertederos a cielo abierto. En consecuencia, los impactos específicos en Veracruz incluyen la contaminación de cuerpos de agua, por ejemplo, el río Sedeño, de igual forma, las afectaciones a la salud pública debido a la proliferación de vectores y

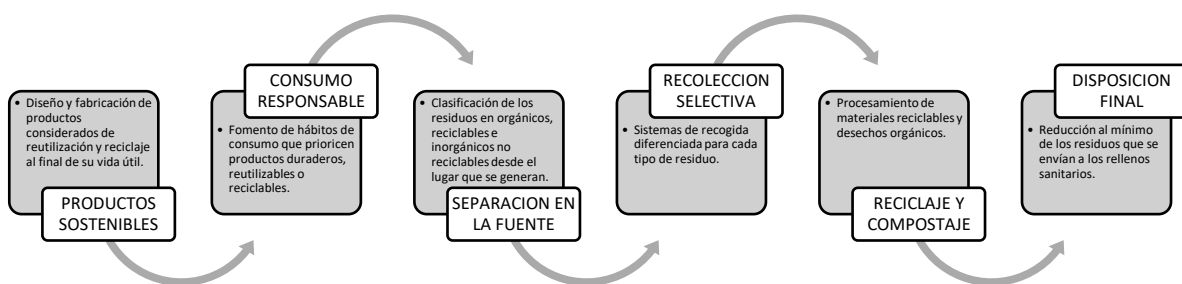


enfermedades, así como, pérdidas en el potencial turístico de la región, son agravadas por la falta de planeación en el manejo de los RSU (INECC, 2020; SEMARNTAT, 2021).

En este contexto, los enfoques tradicionales basados en el enterramiento y la incineración han demostrado ser insuficientes para abordar los problemas ambientales y sociales asociados a los RSU, ya que contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero, generan pasivos ambientales a largo plazo y limitan las oportunidades de aprovechamiento de recursos (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012). Esto subraya la necesidad de estrategias más sostenibles, para fomentar la reducción en la generación, el reciclaje y la valorización de residuos, mientras se adapte al contexto normativo y socioeconómico de cada región (Connett, 2013; Zaman & Lehmann, 2013).

En respuesta a esta problemática, el modelo Residuos Cero (RC) surge como una estrategia integral que busca transformar la gestión de los RSU mediante la prevención, la reutilización y reciclaje (Connett, 2013). Este modelo se basa en principios fundamentales de la eliminación progresiva de residuos a través de diseños de productos más sostenibles, la optimización de procesos industriales y el fomento de patrones de consumo responsables como es posible observar en la figura 1 (Zaman & Lehmann, 2013). Entre sus objetivos industriales se encuentra la promoción de economías locales mediante el fortalecimiento de industrias de reciclaje y compostaje, así como de la creación de empleos verdes, lo que contribuye directamente a la sostenibilidad económica y ambiental (Ellen MacArthur Foundation, 2021).

Figura 1. Ciclo del Modelo Residuos Cero



Fuente: elaboración propia con base en Vidarte Rodríguez, A., & Colmenares López, M. G. (2020).

Al mismo tiempo, dicho modelo, juega un papel crucial en la economía circular al garantizar que los materiales se mantengan en uso durante el mayor tiempo posible. Este enfoque, incluye la incorporación

de sistemas de reciclaje avanzados, la promoción de reparabilidad de productos y la reutilización de materiales en nuevos procesos productivos. Al integrar estas estrategias, se minimiza la generación de residuos y se fomenta una reducción significativa en la extracción de recursos naturales, ayudando a disminuir la huella ecológica y promoviendo la sostenibilidad a largo plazo (Ellen MacArthur Foundation, 2021). Lo anterior incluye estrategias como el “diseño para la circularidad”, que tiene como propósito que los productos sean fácilmente desmontables y reparables, y que la valorización de los residuos orgánicos sea mediante el compostaje, de esta manera, se reduce la cantidad de residuos enviados a los rellenos sanitarios contribuyendo a la regeneración de los sistemas naturales para mejorar la calidad del suelo (UNEP, 2018). Desde esta perspectiva, el modelo aborda la gestión de residuos y se convierte en una herramienta integral para impulsar la transición hacia sistemas de producción y consumo más sostenibles.

Experiencias internacionales en países como Suecia y Japón han demostrado que el modelo puede reducir significativamente la cantidad de residuos enviados a rellenos sanitarios. Por ejemplo, en Suecia, más del 99% de los residuos domésticos se reciclan o valorizan energéticamente (Avfall Sverige, 2021), mientras que, en Japón, la política de reducción de residuos ha permitido disminuir en un 20 % la cantidad de desechos enviados a vertederos en los últimos 15 años (Mynistry of the Environment Japan, 2020). Por otra parte, el modelo ha demostrado que puede fomentar economías locales al generar empleos en sectores de reciclaje, compostaje y así fortalecer la gobernanza ambiental (definida por García & Gómez (2024) como un proceso de toma de decisiones y ejecución de políticas ambientales en el que intervienen actores gubernamentales, empresariales y sociales para la gestión sostenida de los recursos naturales) mediante la colaboración intersectorial (Lindhqvist, 2000; Yoshida & Takahashi, 2019). Sin embargo, la adaptación del modelo enfrenta barreras como la falta de conciencia ciudadana, la insuficiencia de la infraestructura y la debilidad en la implementación de políticas públicas, inclusive, la insuficiencia de la importancia de diseñar estrategias específicas que incluyan educación ambiental y apoyo financiero a iniciativas locales (Zaman & Lehmann, 2013).

En el caso de México, y particularmente en los municipios de Veracruz, la gestión de RSU presenta características particulares. La región enfrenta problemas como la limitada capacidad de recolección, la falta de separación en la fuente y el insuficiente involucramiento de los sectores sociales y privados en



la gestión de residuos (INEGI, 2021). Además, según la SEMARNAT (2020) el contexto geográfico y socioeconómico de Veracruz ofrece tanto retos como oportunidades en la implementación del modelo RC.

De manera que, este artículo tiene como propósito proponer estrategias basadas en el análisis bibliográfico para adaptar el modelo RC al contexto de los municipios de Veracruz. La revisión se centra en identificar casos exitosos de implementación, así como las barreras y oportunidades específicas que enfrentan estas estrategias. Para ello, el análisis documental se organizó en tres ejes principales: participación ciudadana, infraestructura y políticas públicas. Los ejes anteriores, son empleados para el abordaje de los desafíos y oportunidades que plantea la transición hacia una gestión colaborativa y sostenible de los RSU en Veracruz.

Por tanto, la estructura del artículo se organiza de la siguiente manera: en la metodología se describen los criterios de selección de las fuentes bibliográficas y los enfoques de análisis utilizados; en los resultados y discusión se presentan los hallazgos principales, organizados por eje temático. Finalmente, en las conclusiones se destacan las implicaciones prácticas y las recomendaciones para la implementación del modelo RC.

METODOLOGÍA

Esta investigación adopta un enfoque de revisión bibliográfica como herramienta principal para identificar barreras, oportunidades y casos de éxito en la implementación del modelo RC. En este sentido, es un enfoque alternativo debido a su capacidad de comprensión que amplía las experiencias previas y enfoques teóricos. Así mismo, facilita la identificación de patrones y soluciones aplicables a regiones específicas, como el Veracruzano. Mientras que el diseño permite analizar y sintetizar información relevante de diversas fuentes con el objeto de generar estrategias aplicables. Por otra parte, se incluyeron artículos y documentos publicados en los últimos 15 años para garantizar la existencia de hallazgos recientes, debido a que, en este marco temporal refleja cambios recientes en las políticas públicas, avances tecnológicos y la implementación de estrategias de gestión de residuos.

Por esta razón, los hallazgos son relevantes y permiten ser alineados con las dinámicas actuales del sector, asegurando que las propuestas identificadas sean aplicables a los retos y oportunidades contemporáneos. De igual forma, la selección abarcó artículos científicos, políticas públicas locales e

internacionales, así como, documentos de organismos internacionales como la ONU, Banco Mundial y la Alianza Internacional de Basura Cero. Así mismo, las fuentes ofrecen un balance entre evidencias empíricas, directrices normativas y estrategias globales que enriquecen el análisis con perspectiva teórica y con respaldo en evidencia empírica vinculadas al estudio. Por consiguiente, se priorizaron fuentes que incluyen experiencias y propuestas aplicables al entorno mexicano o global en la gestión de RSU bajo el modelo RC. Finalmente, para la recopilación de información, se utilizaron las siguientes bases de datos: Scopus, Google Scholar, Redalyc y bases nacionales como CONAHCYT.

En el marco descrito, los documentos seleccionados fueron analizados con base a los siguientes ejes temáticos: participación ciudadana (estrategias fundamentadas en estudios de caso para fortalecer la colaboración entre ciudadanos y autoridades), infraestructura (requerimientos y desafíos para implementar el modelo RC, basados en estudios de caso y análisis comparativo) y políticas públicas (regulaciones y lineamientos promuevan la sostenibilidad en la gestión de RSU, a través del análisis comparativo y estudios de caso). Adicionalmente, se consideró el contexto regional de los casos analizados, destacando la aplicabilidad de las lecciones aprendidas en municipios de Veracruz.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con respecto a las referencias, se destacan deficiencias recurrentes en infraestructura, tecnologías obsoletas y falta de incentivos económicos. Por ejemplo, los datos proporcionados por SEMARNAT (2020) indican que el 75% de los municipios mexicanos carecen de sistemas adecuados de recolección y separación de residuos, mientras que solo el 9.6% cuenta con programas de reciclaje formalizados. Por otro lado, el INEGI (2021) reporta que el 85% de los residuos generados terminan en rellenos sanitarios o sitios de disposición final sin tratamiento adecuado. En este sentido, son de manifiesto las limitaciones operativas que enfrentan los municipios mexicanos. Por lo tanto, es importante, resaltar la necesidad de realizar inversiones estratégicas y desarrollar programas de mejora tecnológica.

De igual forma, estudios como los de Rodríguez y Pérez (2019) y Connett (2013) enfatizan la importancia de involucrar a las comunidades en actividades como la separación de residuos, reciclaje y compostaje. Estos enfoques fomentan el cambio cultural hacia prácticas más sostenibles, que refuerzan la corresponsabilidad entre los ciudadanos y autoridades.



Así mismo, ejemplos como los de Curitiba (Günther & Carneiro, 2006) y Corea del Sur (UNEP, 2018) ilustran como la combinación de políticas públicas eficaces, educación ambiental y tecnologías avanzadas pueden transformar la gestión de RSU en modelos replicables para otras regiones. En Curitiba, el programa de “Cambio Verde” ha permitido la recolección selectiva de residuos a cambio de alimentos frescos, incentivando la separación en origen y beneficiando a poblaciones vulnerables. Mientras que Corea del Sur ha implementado un sistema de tarificación basado en la generación de residuos, promoviendo la reducción en la fuente y mejorando la tasa de reciclaje a niveles superiores al 60%. Estos casos reflejan la importancia de enfoques integrados y adaptables a distintas realidades sociopolíticas y económicas.

Por esta razón, a partir del análisis documental, se construyó la tabla 1, proporcionando una visión estructurada y diversa sobre la gestión de RSU y el modelo RC destacando aspectos relevantes tanto en el ámbito global como regional. Por otro lado, cada fuente contribuye con perspectivas únicas que permiten identificar problemas, proponer soluciones y analizar casos de éxito aplicables a diferentes realidades.

Tabla 1. Matriz Resumen

Base de datos	Autor(es)	Aspectos de aporte
ScienceDirect	Zaman, A. U., & Lehmann, S. (2013)	El índice de residuos cero es una herramienta que evalúa la eficiencia de las ciudades en la gestión de residuos. Promueve la reutilización, el reciclaje y el compostaje como pilares para una economía circular. Además, identifica áreas clave para mejorar y permite establecer metas sostenibles basadas en avances cuantitativos.
Editorial Chelsea Green	Connett, P. (2013)	Propone estrategias comunitarias como reparación en origen, compostaje y reciclaje. Destaca la educación ambiental para empoderar las comunidades, promoviendo una economía circular y reduciendo significativamente los residuos enviados a rellenos sanitarios.
Scielo México	Hernández, L., & López, R. (2020)	Resalta los desafíos en México, incluyendo la falta de infraestructura, incentivos y educación ambiental, proponiendo soluciones basadas en el modelo de residuos cero para una gestión más sostenible.

Redalyc	Martínez, C., Torres, J., & Gutiérrez, P. (2018)	Examina barreras culturales y estructurales en comunidades rurales en Veracruz, destacando la necesidad de estrategias locales para implementar el modelo residuos cero.
Latindex	Rodríguez, M., & Pérez, S. (2019)	Enfatiza la participación ciudadana y las alianzas entre comunidades y autoridades como factores clave para la gestión sostenibles de residuos.
Gob.mx	Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2020)	Analiza deficiencias estructurales en la infraestructura en México y la importancia de invasores en tecnologías para superar estos retos.
INEGI Base de datos	Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2021)	Destaca el uso de datos estadísticos para planificar estrategias y áreas de mejora en la gestión de residuos sólidos, promoviendo la sostenibilidad.
UNEP Official Website	United Nations Environment Programme (2018)	Presenta el caso de éxito de Corea del Sur, subrayando la inversión en tecnología avanzada y el compromiso ciudadano como pilares del modelo residuos cero.
ScienceDirect	Eilson, D. C., Velis, C., & Cheeseman, C. (2012)	Explora el reciclaje informal y su integración en sistemas formales, promoviendo una economía circular más inclusiva y equitativa.
SpringerLink	Günther, M., & Carneiro, A. (2006)	Detalla el modelo de Curitiba donde introduce la colaboración comunitaria y la infraestructura efectiva han sido esenciales para alcanzar altas tasas de reciclaje.

Fuente: elaboración propia con información de distintas bases de datos y revistas indexadas

De la misma manera, para comprender los resultados obtenidos y su relación con la gestión de RSU, es importante contextualizar las estrategias analizadas. A lo largo del estudio, se han identificado distintos enfoques implementados en diversas regiones, como el modelo RC, la economía circular, la gestión descentralizada, el uso de tecnologías de valorización de residuos y la implementación de políticas de incentivos y regulaciones. Por lo que, permite identificar modelos existentes y su relación con las condiciones y desafíos en Veracruz. A continuación, se presentan un análisis detallado de los hallazgos, resultando experiencias internacionales y oportunidades de mejora para la implementación de estrategias más sostenibles en el contexto local.

Eje temático 1: Participación Ciudadana

La participación ciudadana es un eje fundamental en la gestión de RSU, ya que implica el involucramiento activo de la comunidad en acciones que promuevan la sostenibilidad. Este enfoque, permite potenciar la efectividad de estrategias como separación y reciclaje, reduciendo significativamente la cantidad de residuos enviados a los rellenos sanitarios. De igual manera, fomenta un sentido de corresponsabilidad entre la población y las autoridades, lo que fortalece las políticas de gestión ambiental (Zaman & Lehmann, 2013; Connett, 2013).

El análisis de experiencias internacionales muestra que la participación comunitaria es clave para la gestión efectiva de RSU. En San Francisco (EE.UU.), programas como el “Zero Waste” ha sido un modelo ejemplar en la gestión de residuos, estableciendo como objetivo la reducción total de desechos enviados a rellenos sanitarios. Para lograrlo, la ciudad implementó una combinación de estrategias incluyendo la educación ambiental obligatoria para empresas y residentes, la imposición de sanciones a quienes no cumplan con la separación adecuada de residuos y un sólido sistema de recolección diferenciada. De la misma manera, la infraestructura urbana se fortaleció con la creación de centros de reciclaje accesibles y programas de compostaje a gran escala, lo que ha permitido alcanza tasas de desviación de residuos superiores al 80% (Zaman & Lehmann, 2013). San Francisco incluso ha promovido la responsabilidad compartida mediante la colaboración con empresas privadas y el establecimiento de regulaciones estrictas para la producción y disposición de materiales no reciclables, consolidándose como un referente internacional en la transición hacia un modelo RC. Este modelo se basa en la creación de normativas estrictas, así como, en una infraestructura robusta que incluye centros de reciclaje accesibles y un sistema de tarifas diferenciado para promover la separación en origen. Además, se han establecido alianzas con empresas privadas para garantizar la correcta disposición de materiales reciclados, lo que ha contribuido a mejorar significativamente las tasas de recuperación de residuos. Por su parte, en Capannori (Italia) ha implementado una estrategia de separación en origen y talleres comunitarios, alcanzando un reciclaje del 90% (Connett, 2013). Este éxito se debe a la integración de políticas públicas municipales con un enfoque en la educación continua y la retroalimentación ciudadana. Las autoridades locales trabajan de la mano con las comunidades para monitorear los avances y ajustar las estrategias según las necesidades específicas. Adicionalmente,



Copannori ha priorizado la transparencia de sus procesos, lo que ha permitido la confianza y el compromiso de los ciudadanos hacia la meta de RC. La clave en ambos casos radica en involucrar a los ciudadanos como agentes activos del cambio, promoviendo su participación a través de incentivos, educación y colaboración constante con las autoridades. Inclusive, los incentivos económicos, como reducción de tarifas de recolección para quienes separaban correctamente sus residuos, motivaron a la comunidad a participar activamente. Paralelamente, la educación ambiental a través de talleres comunitarios fortaleció la conciencia ciudadana sobre la gestión responsable. Cabe destacar que la colaboración constante entre las autoridades y la población permitió monitorear y ajustar estrategias, fomentando la transparencia y el compromiso ciudadano con el modelo sostenible.

En contraste, los municipios de Veracruz, se identifican retos significativos que limitan la implementación de estrategias de gestión de RSU. Hernández y López (2020) señalan que la falta de conciencia ambiental en la población representa una barrera fundamental, pues sin una educación y un cambio en la percepción ciudadana, la adopción de prácticas sostenibles es mínima.

De la misma forma, Martínez et al. (2018) argumentan que la resistencia cultural hacia cambios de hábitos de consumo y disposición de residuos refuerza patrones tradicionales de manejo ineficiente de desechos, dificultando la transición hacia un modelo de economía circular-

Así mismo, Rodríguez y Pérez (2019) enfatizan que la participación limitada de actores sociales, como organizaciones no gubernamentales y liderazgos comunitarios, restringen la posibilidad de generar iniciativas locales efectivas, ya que la gestión de residuos requiere un enfoque colaborativo que involucre a múltiples sectores.

Las experiencias en San Francisco y Capannori destacan la importancia de fomentar un sentido de responsabilidad entre la población y las autoridades. Estos casos demuestran que la colaboración entre comunidades, gobierno y sector privado puede generar sistemas de gestión de residuos más efectivos y sostenibles. Por ello, para Veracruz, es crucial implementar campañas educativas que sensibilicen a la población sobre el impacto ambiental de sus hábitos de consumo y promuevan su participación en programas de separación y reciclaje. Estas campañas deben estar acompañadas de programas estructurados que incluyan talleres prácticos, incentivos económicos y sanciones por incumplimiento para garantizar su efectividad. También, la adopción de estrategias comunitarias exitosas podría mitigar



las barreras culturales, promoviendo un cambio gradual en los hábitos ciudadanos. La implementación de este enfoque participativo requiere de un sistema continuo de monitoreo y retroalimentación para ajustar las estrategias a las necesidades y limitaciones locales.

Eje temático 2: Infraestructura

La infraestructura desempeña un papel crucial en la gestión de RSU, ya que establece las bases materiales y tecnológicas necesarias para implementar estrategias de reciclaje, compostaje y recolección diferenciada. Una infraestructura adecuada no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también contribuye a minimizar el impacto ambiental al facilitar la correcta disposición y aprovechamiento de los residuos (Wilson et al., 2012). Además, permite integrar a diversos actores sociales y privados en el proceso, creando un sistema más sostenible y resiliente frente a los desafíos de la urbanización y el crecimiento demográfico (UNEP, 2018). Sin una infraestructura robusta, incluso las políticas públicas y estrategias más ambiciosas pueden fracasar debido a la falta de capacidad de gestionarlas eficientemente (González & Martínez, 2019).

El diagnóstico de infraestructura en municipios de Veracruz evidencia limitaciones significativas que afectan directamente la eficiencia y sostenibilidad en la gestión de RSU. Según SEMARNAT (2020), la escasez de instalaciones adecuadas para el reciclaje y compostaje impide que una gran proporción de los residuos generados sean aprovechados. Ahora bien, esta falta de infraestructura genera una dependencia excesiva de los rellenos sanitarios, lo que agrava la problemática ambiental y reduce las oportunidades para la implementación de un modelo de economía circular. En el mismo sentido, INEGI (2021) reporta que la recolección diferenciada de residuos solo se implementa de manera parcial en zonas urbanas centrales, dejando a las comunidades periféricas sin acceso a un sistema eficiente de separación de residuos. Esta limitación impide la consolidación de un esquema integral de reciclaje, lo que refuerza el modelo lineal de producción y consumo en lugar de fomentar la recuperación de materiales.

A su vez, González y Martínez (2019) argumentan que la tecnología utilizada en la gestión de RSU en Veracruz es obsoleta y que la falta de inversión en equipamiento y modernización reduce significativamente la capacidad operativa de los sistemas municipales de recolección y tratamiento. La



carencia de recursos para actualizar los sistemas de manejo de residuos impacta directamente en la capacidad de respuesta ante el creciente volumen de desechos generados en el estado.

A diferencia de muchas regiones que enfrentan desafíos en la gestión de RSU, países como Corea del Sur y ciudades como Curitiba en Brasil han desarrollado modelos ejemplares que logran avances significativos en este ámbito. En el caso de Corea del Sur, la implementación de tecnologías avanzadas ha sido clave para optimizar el reciclaje y la reducción de residuos. De acuerdo con UNEP (2018) y Wilson et al. (2012), el país ha instaurado un sistema de cobro por generación de residuos, lo que incentiva a la población a reducir su producción de desechos y fomentar la separación en origen. Así como, ha implementado infraestructuras de reciclaje altamente eficientes, como plantas de conversión de residuos en energía que aprovechan los desechos orgánicos para la generación de electricidad y biogás. De igual forma, ha desarrollado sistemas de recolección automática que reducen los costos operativos y mejoran la eficiencia en la clasificación de materiales reciclables. Inclusive, la aplicación de la inteligencia artificial en centros de separación de residuos permite maximizar la recuperación de materiales valiosos, reduciendo significativamente el porcentaje de desechos enviados a rellenos sanitarios. Como resultado, este mecanismo ha permitido incrementar la tasa de reciclaje y minimizar el uso de vertederos, convirtiendo a Corea del Sur en un referente global en la gestión sostenible de residuos.

De modo similar, Curitiba ha destacado por el establecimiento de una red eficiente de recolección selectiva que incorpora incentivos para recicladores informales. Günther y Carneiro (2006) explican que la ciudad ha desarrollado un programa de intercambio de residuos reciclables por alimentación y transporte, lo que ha generado una mayor participación de la población en la separación de residuos. Por lo que, este modelo ha sido reconocido por su capacidad de integración social, debido a que permite a sectores vulnerables beneficiarse del sistema al mismo tiempo que contribuye a la reducción de desechos. En consecuencia, los modelos de infraestructura de Corea del Sur y Curitiba demuestran que la inversión en tecnología y la colaboración entre sectores pueden transformar la gestión de RSU. En Corea del Sur, por ejemplo, el desarrollo de tecnologías avanzadas ha permitido implementar sistemas de recolección automatizados y el tratamiento de residuos orgánicos a gran escala, lo que ha llevado a una reducción significativa en la dependencia de rellenos sanitarios (UNEP, 2018). Así mismo, Curitiba



se destaca por haber diseñado un sistema de recolección selectiva que integra incentivos para recicladores informales, permitiendo su formalización dentro del sistema de gestión de residuos (Günther & Carneiro, 2006).

En Veracruz, es necesario priorizar el desarrollo de instalaciones de reciclaje y compostaje, que permitirán un mejor aprovechamiento de los residuos y, por lo tanto, contribuirán a la generación de empleos locales. Así mismo, modernizar la flota de recolección podría mejorar significativamente la cobertura y eficiencia de los servicios, específicamente en áreas rurales y periféricas. La incorporación de incentivos económicos como subsidios para proyectos de infraestructura sostenibles y tarifas preferenciales para empresas que adopten tecnologías limpias, podrían fomentar el reciclaje y reducir la presión sobre los rellenos sanitarios, promoviendo un modelo más circular y menos dependiente de disposición final.

Eje temático 3: Políticas públicas

Las políticas públicas son esenciales en la gestión de RSU, ya que proporcionan el marco normativo, los incentivos y las directrices necesarias para coordinar los esfuerzos entre diversos actores, incluidos los gobiernos locales, sector privado y la sociedad civil. Estas políticas determinan las metas y prioridades en la gestión de residuos, así como los mecanismos para su ejecución y monitoreo. Una adecuada regulación puede incentivar prácticas responsables, como el reciclaje y la economía circular, mientras que la falta de políticas públicas o su débil aplicación pueden perpetuar problemas como la contaminación y la ineficiencia en los sistemas de recolección y disposición de residuos (SEMARNAT, 2020; European Commission, 2018).

La evaluación de los marcos normativos en Veracruz y México revelan diversas deficiencias que obstaculizan la aplicación efectiva de estrategias sostenibles en la gestión de residuos. En primer lugar, SEMARNAT (2020) señala que la implementación de normativas existentes es limitada debido a la falta de recursos y mecanismos de seguimiento adecuados, lo que impide la consolidación de un sistema eficiente de RSU. También, la ausencia de programas de monitoreo y evaluación debilita el impacto de las regulaciones, generando una aplicación desigual en distintos municipios.

De la misma manera, la CONANP (2019) destaca que la falta de incentivos fiscales representa una barrera significativa para fomentar la participación del sector privado en la gestión de RSU. Así como



la carencia de estímulos económicos desalienta la inversión en tecnologías limpias y la adaptación de modelos de economía circular, lo que reduce las oportunidades para mejorar la infraestructura y la eficiencia operativa en la recolección y tratamiento de los desechos.

Por otra parte, INECC (2021) argumenta que la fiscalización insuficiente constituye otro factor que debilita la efectividad de las políticas públicas ambientales. Así como, la falta de mecanismos de control y sanción dificulta el cumplimiento de las regulaciones existentes, permitiendo que persistan prácticas inadecuadas en la disposición. Todavía más, sin una supervisión rigurosa y constante, el cumplimiento de normativas ambientales se vuelve un desafío, lo que contribuye a la acumulación de residuos y la contaminación de ecosistemas locales.

En contraste, la unión europea ha implementado políticas públicas ambiciosas, como la “Directiva de residuos” y sistemas de economía circular que incluyen objetivos vinculantes (European Commission, 2018). Estas políticas han establecido metas claras para la reducción de residuos y el aumento del reciclaje, incentivando a los estados miembros a implementar sistemas más sostenibles y a promover la innovación tecnológica en la gestión de residuos. Por ejemplo, los esquemas de responsabilidad ampliada del productor (RAP) han sido fundamentales para redistribuir responsabilidades entre fabricantes y consumidores, asegurando la correcta disposición de los productos al final de su vida útil. Localmente, Puebla, estrategias como los centros de acopio comunitarios han demostrado eficacia al involucrar a distintos actores sociales (García & Torres, 2020). Estos modelos destacan la importancia de adaptar estrategias globales exitosas a las condiciones y necesidades específicas de cada región, lo que resulta crucial para fortalecer los sistemas de gestión de residuos en contextos como Veracruz.

Definitivamente, las políticas públicas exitosas, como las de la unión europea, pueden adaptarse al contexto mexicano mediante una mayor coordinación interinstitucional y la inclusión de incentivos financieros. Para Veracruz, se recomienda desarrollar programas que promuevan alianzas público-privadas, fomentando la colaboración entre autoridades locales y empresas privadas para maximizar los recursos y capacidades técnicas disponibles. Adicionalmente, es crucial fortalecer los mecanismos de fiscalización y cumplimiento de las normativas mediante la incorporación de tecnologías avanzadas como sistemas de monitoreo en tiempo real y auditorías periódicas, lo que garantizará un mejor seguimiento y resultados efectivos. La experiencia de Puebla sugiere que las estrategias locales pueden

ser escalables a nivel estatal si se adaptan a las condiciones regionales. Esto incluye la creación de plataformas de participación ciudadana que integren a los diversos actores entre la toma de decisiones y la implementación de proyectos piloto que permita evaluar la efectividad de estas políticas antes de su adopción masiva considerando criterios como la viabilidad económica, la aceptación social, el impacto ambiental y la infraestructura disponible. Un ejemplo de ello es el programa “Puebla Recicla”, el cual consiste en la instalación de centros de acopio comunitario en diversas localidades, promoviendo la separación de residuos y su aprovechamiento mediante alianzas con empresas recicladoras (García & Torres, 2020). También, es fundamental diseñar incentivos fiscales económicos que impulsen la transición hacia modelos de economía circular, lo que no solo beneficiaría al medio ambiente, sino que también promovería el desarrollo económico local.

CONCLUSIONES

Este artículo se ha identificado y analizado diversas lecciones aprendidas que permiten entender las dinámicas y desafíos en la implementación del modelo Residuos Cero en municipios de Veracruz. Los hallazgos clave resaltan la importancia de abordar la gestión de residuos desde un enfoque integral y colaborativo, donde el modelo RC actúe como marco orientador para la participación ciudadana, el fortalecimiento de la infraestructura y el diseño de políticas públicas como ejes estratégicos. En particular, se evidenció que la combinación de estos factores puede facilitar la transición hacia prácticas más sostenibles, fortaleciendo el compromiso comunitario y promoviendo un impacto ambiental positivo.

En este sentido, se destacó la relevancia de la gestión colaborativa como un elemento central para el éxito de cualquier estrategia de manejo de residuos. En este contexto, el papel de los actores clave (Gobierno, Sector social y Sector privado) es fundamental. Mientras que el gobierno debe garantizar un marco normativo y operativo adecuado, el sector social contribuye con la sensibilización y el compromiso ciudadano, y el sector privado puede aportar innovación y recursos. La sinergia entre estos actores es indispensable para crear sistemas de gestión más efectivos y sostenibles.

Finalmente, se identificaron futuras líneas de investigación que podrían enriquecer el conocimiento y las prácticas en este ambiente. Entre ellas, se propone explorar la integración de tecnologías digitales, como plataformas de monitoreo y gestión de residuos, que podría optimizar los procesos y aumentar la



transparencia. Así como resulta pertinente realizar estudios comparativos en municipios con características similares para identificar patrones y estrategias replicables que puedan adaptarse a distintos contextos. Estas iniciativas podrían proporcionar nuevas perspectivas y herramientas para fortalecer la gestión de residuos sólidos urbanos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avfall Sverige. (2021). *Waste management in Sweden 2021*. <https://www.avfallsverige.se>

World Bank. (2022). *What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*.

<https://www.worldbank.org>

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2019). Incentivos fiscales y su impacto en la gestión de residuos sólidos. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Connett, P. (2013). *The zero waste solution: Unrashing the planet one community at a time*. Chelsea Green Publishing.

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2003). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. <https://www.dof.gob.mx>

Ellen MacArthur Foundation. (2021). *What is a circular economy?*

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org>

European Commission. (2018). *Waste Framework Directive: Setting ambitious targets*. European Union. <https://eur-lex.europa.eu>

García, G. A., & Gómez, C. D. (2024). Gobernanza en el medio ambiente y el caso de políticas verdes para el gobierno local de San Pedro Garza García, México. *Debates en Sociología*. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/debatesensociologia/article/view/28450>

García, R., & Torres, F. (2020). Modelos locales de acopio comunitario en México: Un análisis desde Puebla. *Revista de Gestión Local*, 6(1), 112–129.

Gobierno del Estado de Veracruz. (2019). *Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos*. Veracruz.

González, A., & Martínez, L. (2019). Infraestructura obsoleta y sus implicaciones en la gestión de residuos urbanos. *Gestión Ambiental*, 8(1), 55–67.



- Günther, M., & Carneiro, A. (2006). Curitiba's model of urban waste management: A case study. *Urban Sustainability Review*, 9(2), 22–35.
- Hernández, L., & López, R. (2020). Retos en la gestión de residuos sólidos urbanos en México: Una visión local. *Revista Ambiental de México*, 12(3), 45–60.
- Hornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *What a waste: A global review of solid waste management*. Washington, D.C.: World Bank.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2020). Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos. <https://www.gob.mx/inecc>
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2021). Fiscalización ambiental en México: Avances y desafíos. <https://www.gob.mx/inecc>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021). Estadísticas a propósito del día mundial del medio ambiente: Generación de residuos sólidos urbanos. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx>
- Lindhqvist, T. (2000). *Extended producer responsibility in cleaner production: Policy principle to promote environmental improvements of product systems*. Lund, Suecia: IIIIEE, Lund University.
- Martínez, C., Torres, J., & Gutiérrez, P. (2018). Hábitos de disposición de residuos en áreas rurales de Veracruz. *Revista de Investigación Social*, 20(5), 234–251.
- Ministry of the Environment, Japan. (2020). *Annual report on the environment, the sound material-cycle society, and biodiversity in Japan 2020*. Ministry of the Environment, Japan. <https://www.env.go.jp/en/>
- Rodríguez, M., & Pérez, S. (2019). La participación social en la gestión de residuos: Estudio de caso en municipios mexicanos. *Revista de Estudios Ambientales*, 15(2), 98–110.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2020). *Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos en México*. Ciudad de México: SEMARNAT.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2020). *Reporte de residuos sólidos urbanos en México*. Ciudad de México: SEMARNAT.



- United Nations Environment Programme (UNEP). (2018). Single-use plastics: A roadmap for sustainability. <https://www.unep.org>
- Vidarte Rodríguez, A., & Colmenares López, M. G. (2020). Basura Cero. Gestión de residuos sólidos urbanos en México. *RICSH Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas*, 9(18), 130–150. <https://doi.org/10.23913/ricsh.v9i18.217>
- Villaseñor, E., Pineda, J. E., & Torres, A. (2018). Responsabilidad compartida en la gestión de residuos sólidos en México: Retos y oportunidades. *Revista de Gestión Ambiental*, 21(2), 45–58.
- Wilson, D. C., Velis, C., & Cheeseman, C. (2012). Role of informal sector recycling in waste management in developing countries. *Habitat International*, 30(4), 797–808. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2012.05.005>
- Yoshida, H., & Takahashi, K. (2019). Japan's experience in solid waste management and lessons for developing countries. *Waste Management Research*, 37(3), 203–210. <https://doi.org/10.1177/0734242X18819744>
- Zaman, A. U., & Lehmann, S. (2013). The zero waste index: A performance measurement tool for waste management systems in a 'zero waste city' framework. *Journal of Cleaner Production*, 50, 123–132. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.041>

