



Revisión Científica

Residuos sólidos urbanos en ambientes costeros y marinos: clasificación, dinámica y manejo sostenible.

Urban solid waste in coastal and marine environments: classification, dynamics, and sustainable management



latindex



CREATIVE COMMONS

DIAMOND
OPEN ACCESS

OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original

1. Carolina Delgado-Alvarez

0000-0003-0787-9997

Universidad Politécnica de Sinaloa, Mazatlán, Sinaloa, México. Estancias Posdoctorales por México, SECIHTI / Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), Unidad Mazatlán.

Autor de correspondencia: cdelgado@upsin.edu.mx

2. Daniela Alvarado-Zambrano

0000-0001-5879-901X

Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Unidad Académica Mazatlán. Mazatlán, Sinaloa, México. (Beneficiaria del programa Estancias Posdoctorales por México, SECIHTI).

3. David Ulises Santos-Ballardo

0000-0001-5058-8621

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Mazatlán, Sinaloa, México.

4. Miguel Betancourt-Lozano

0000-0001-7267-4993

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Mazatlán, Sinaloa, México

5. Jessica Montoya-Aldecoa

0009-0001-7304-8377

Universidad Politécnica de Sinaloa. Mazatlán, Sinaloa, México.

Recibido 11 de mayo 2026

Aceptado 8 de junio 2026



Residuos sólidos urbanos en ambientes costeros y marinos: clasificación, dinámica y manejo sostenible.

Urban solid waste in coastal and marine environments: classification, dynamics, and sustainable management

► RESUMEN

La generación de residuos sólidos urbanos en poblaciones costeras constituye uno de los desafíos ambientales más relevantes, particularmente por su contribución a la contaminación marina. El presente trabajo muestra una revisión de los fundamentos conceptuales, clasificación, impactos y estrategias de gestión de los residuos sólidos, con énfasis en su dinámica en ambientes costeros. Se analizan las fuentes terrestres de contaminación, los mecanismos de transporte hacia el océano y los efectos sobre la biodiversidad y la salud humana. Asimismo, se abordan enfoques como la economía circular y la gestión integral de residuos, con propuestas de líneas de acción para mejorar la gestión en las zonas costeras mexicanas.

Palabras clave: residuos sólidos urbanos, contaminación marina, ecosistemas costeros, economía circular, gestión de residuos.

► ABSTRACT

The generation of urban solid waste in coastal communities represents one of the most significant environmental challenges, particularly due to its contribution to marine pollution. This study presents a review of the conceptual foundations, classification, impacts, and management strategies of solid waste, with emphasis on its dynamics in coastal environments. The study analyzes land-based sources of pollution, transport mechanisms toward the ocean, and the effects on biodiversity and human health. In addition, approaches such as circular economy and integrated waste management are addressed, together with proposed lines of action to improve waste management in Mexican coastal zones.

Keywords: Municipal Solid Waste, Marine Pollution, Coastal Pollution, Coastal Ecosystems, Circular Economy, Waste Management.



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



► INTRODUCCIÓN

El aumento en la generación de residuos sólidos urbanos (RSU) constituye una de las problemáticas ambientales contemporáneas más relevantes, la cual está estrechamente vinculada con el crecimiento poblacional, la urbanización acelerada y la transformación de los patrones de consumo. Este fenómeno no sólo implica un aumento de la cantidad de residuos generados, sino también una mayor complejidad en su composición, lo que dificulta su manejo y disposición. En este contexto, las zonas costeras se convierten en sistemas particularmente vulnerables, debido a su condición de áreas receptoras dentro de las cuencas hidrográficas. Desde una perspectiva hidrológica, estos sistemas funcionan como espacios “aguas abajo”, donde convergen materiales transportados desde zonas continentales a través de ríos, escorrentía superficial y sistemas de drenaje, en su paso hacia los ambientes estuarinos y marinos. Esta función de conectividad entre sistemas terrestres y marinos intensifica la vulnerabilidad de los ecosistemas costeros a los impactos derivados de una gestión inadecuada de los RSU. Si bien existe un amplio reconocimiento de los efectos de los residuos en ambientes costeros y marinos, gran parte de los estudios se han centrado en tipos específicos de contaminación, particularmente plásticos, lo que deja en segundo plano una visión integral que considere la diversidad de otros contaminantes asociados a los residuos sólidos urbanos, sus características y sus distintos mecanismos de impacto. En este sentido, resulta necesario analizar la problemática desde una perspectiva que integre su clasificación, su comportamiento ambiental y sus efectos diferenciados en los ecosistemas. Con base en lo anterior, el presente artículo tiene como objetivo analizar los fundamentos conceptuales de los residuos sólidos urbanos en función de sus impactos y estrategias de manejo, con énfasis en su interacción con los asentamientos humanos y los servicios ecosistémicos de los ecosistemas marinos y costeros.

OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



2. ¿Qué son los residuos sólidos urbanos?

En términos muy sencillos, los RSU, son aquellos que se generan en las ciudades. En términos técnicos, se definen como aquellos que se originan a partir de los desechos sólidos de un municipio, recolectados en hogares, oficinas, pequeñas instituciones, y empresas comerciales. Su composición y clasificación varían considerablemente entre los distintos municipios del mundo, pero sí se pueden definir fracciones biodegradables y no biodegradables, provenientes de materiales orgánicos e inorgánicos, respectivamente (Nanda y Berruti, 2021). Pueden clasificarse también según su composición y su potencial de aprovechamiento. En términos generales, según su composición, los residuos pueden agruparse en orgánicos e inorgánicos. Los residuos orgánicos, constituidos por restos de origen biológico (alimentos, papel y cartón, podas y excrementos, entre otros), son biodegradables y pueden reincorporarse al medio ambiente mediante procesos como el compostaje. En contraste, los residuos inorgánicos, como plásticos, electrónicos y metales, son más persistentes en el ambiente y, dependiendo de la tecnología disponible, pueden o no ser reciclados (Hoornweg y Bhada-Tata, 2012). En este sentido, según su potencial de aprovechamiento, estos últimos pueden clasificarse como reciclables, reutilizables o no valorizables. Desde el enfoque de economía circular, esta clasificación permite identificar materiales que pueden incorporarse a la cadena de valor, y reducir la presión sobre los recursos naturales y la generación de desechos (Kirchherr et al., 2017).

En el contexto de los ecosistemas marinos la composición de los residuos cobra especial relevancia. Diversos estudios han documentado que los residuos plásticos constituyen la fracción dominante de la basura marina debido a su alta durabilidad, baja densidad y capacidad de flotación, lo que facilita su transporte a largas distancias a través de corrientes oceánicas. Esta persistencia favorece la fragmentación en microplásticos, los cuales pueden ser ingeridos por organismos marinos, incorporarse a las cadenas tróficas y generar impactos ecológicos y potenciales riesgos para la salud humana (Eriksen et al., 2014).



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



Por todo lo anterior, la adecuada clasificación y separación de los residuos sólidos urbanos no solo tienen implicaciones operativas para su gestión, sino que también constituyen una base analítica clave para predecir su comportamiento e impactos en sistemas complejos como los ambientes marinos.

3. Generación y gestión de RSU: contexto global y en México

A nivel global, la generación de RSU ha mostrado una tendencia sostenida al alza en las últimas décadas, al alcanzar aproximadamente 2 mil millones de toneladas anuales, con proyecciones que estiman que puede llegar hasta 3.4 mil millones de toneladas para el 2050 en ausencia de cambios estructurales en los sistemas de producción y consumo (Kaza, et al., 2018). Este incremento no solo responde al crecimiento poblacional, sino también a la consolidación de patrones de consumo intensivos caracterizados por el uso generalizado de productos de corta vida útil, casi efímeros, particularmente en economías urbanas en expansión, además de la estrategia comercial denominada obsolescencia programada que diseña deliberadamente productos limitando su vida útil para incentivar su reemplazo (Bisschop et al., 2022).

En México, esta tendencia global se manifiesta de manera significativa. De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se generan más de 120 mil toneladas de RSU al día, lo que equivale aproximadamente a 0.94 kg por habitante (SEMARNAT, 2020). Sin embargo, más allá del volumen generado, uno de los principales desafíos radica en las limitaciones estructurales de los sistemas de gestión, en particular en las etapas de recolección, separación y disposición final. De esta manera, dado el contexto nacional, una proporción considerable de los RSU no se gestionan adecuadamente ya sea por deficiencias en la cobertura de recolección o por su disposición en sitios que no cumplen con criterios ambientales como tiraderos a cielo abierto o rellenos sanitarios con limitaciones operativas. Estas condiciones favorecen la dispersión de residuos en el entorno lo que incrementa la probabilidad de que sean transportados hacia cuerpos de agua mediante procesos como la escorrentía superficial o los sistemas de drenaje.



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



A esta problemática se suma la falta de separación en la fuente y de esquemas eficientes de recolección diferenciada, lo que propicia la mezcla de residuos con características distintas. En particular, residuos que requieren manejo especial como pilas y baterías, suelen integrarse al flujo de RSU con el consecuente riesgo de liberación de sustancias peligrosas, como el Cd, Hg, Li, Ni, y Pb, lo que agrava los impactos ambientales asociados a su disposición inadecuada (Ali et al., 2019). Por ello, la inadecuada disposición, recolección y tratamiento de los residuos favorece su movilización a través de distintos vectores ambientales, como la escorrentía superficial, los sistemas de drenaje, las corrientes fluviales y de aire que establecen un vínculo directo entre las actividades en tierra y los ecosistemas acuáticos (Jambeck et al., 2015). Este proceso adquiere especial relevancia en zonas costeras donde los materiales transportados desde las cuencas hidrográficas tienden a concentrarse, lo que incrementa la presión sobre estos sistemas altamente vulnerables.

4. Fuentes y rutas de transporte de residuos sólidos urbanos hacia ecosistemas costeros y marinos

Como se mencionó anteriormente, los RSU que alcanzan los ecosistemas costeros y marinos provienen predominantemente de fuentes terrestres, resultado de la estrecha interconexión entre las zonas continentales interiores, los sistemas urbanos y los ambientes acuáticos. Entre las principales fuentes de RSU se encuentran las actividades urbanas, industriales y turísticas cuya dinámica de generación en áreas densamente pobladas, sumada a sistemas de gestión ineficientes, incrementa la probabilidad de que estos materiales se dispersen en el ambiente. En particular, los residuos dispuestos de manera inadecuada en espacios abiertos o en sitios no controlados pueden ser fácilmente movilizados por agentes naturales como el viento y la lluvia, lo que facilita su ingreso a sistemas de drenaje y cuerpos de agua (United Nations Environment Programme, 2021).

Las rutas de transporte de los RSU hacia el medio marino son diversas y están determinadas por factores hidrológicos, geomorfológicos y antrópicos. La escorrentía superficial constituye un mecanismo clave, especialmente durante las lluvias, ya que arrastra residuos desde superficies urbanas hacia alcantarillas, canales y ríos. Estos, a su vez, actúan como corredores de transporte que conectan las cuencas hidrográficas con las zonas costeras (Lebreton et al., 2017).



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



Asimismo, los sistemas de drenaje urbano desempeñan un papel relevante en la movilización de residuos, especialmente en ciudades con infraestructura insuficiente o sobrecargada. Durante eventos de lluvia intensa los sistemas de alcantarillado pueden colapsar y facilitar la descarga directa de residuos en cuerpos de agua cercanos. Este fenómeno es especialmente crítico en regiones con rápido crecimiento urbano y planeación territorial y ambiental limitada (United Nations Environment Programme, 2021).

En zonas costeras, factores adicionales como el turismo, la actividad pesquera y el desarrollo urbano intensivo contribuyen de manera significativa a la generación local de residuos. La acumulación de RSU en playas y áreas litorales no solo responde al transporte desde el interior, sino también a fuentes directas asociadas a actividades humanas en la franja costera, por ejemplo las “redes fantasma” generadas por actividades de pesca, que son las artes de pesca abandonadas, perdidas, o desechadas, pero que continúan atrapando y matando a la vida marina con impactos directos (pérdida de biodiversidad, destrucción del hábitat, y pérdidas económicas) e indirectos (degradación ambiental y sostenibilidad de pesquerías) (Wasave et al., 2025). Estos residuos pueden ser posteriormente redistribuidos por corrientes marinas, mareas y vientos, lo que amplía su dispersión en el medio oceánico (Law, 2017). Es así que, la relación entre la dinámica de fuentes y rutas de transporte de los RSU evidencia que la contaminación marina no es un fenómeno aislado, sino el resultado de procesos interconectados que vinculan las actividades humanas en tierra con los sistemas marinos.

En la figura 1 se muestran procesos que integran diversas fuentes, mecanismos de transporte y zonas de acumulación, lo cual evidencia la transferencia de residuos desde los ambientes urbanos hacia las zonas costeras y marinas. Esta perspectiva resalta la necesidad de abordar la gestión de residuos desde un enfoque integral de cuenca que considere tanto las fuentes de generación como los mecanismos de movilización y acumulación en ambientes costeros.



Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



Figura 1. Fuentes y rutas de transporte de RSU hacia ecosistemas costeros y marinos. **Nota:** La figura fue generada mediante herramientas de inteligencia artificial (DALL·E) con fines ilustrativos, adaptada con la información propuesta en este estudio.

5. Impacto de los residuos urbanos en ecosistemas costeros y marinos

Los RSU afectan los ecosistemas marinos mediante mecanismos físicos, químicos y biológicos que operan en distintos niveles ecosistémicos. Su impacto depende tanto del volumen como de la composición y el manejo de los residuos. En términos físicos, los plásticos provocan enredos, asfixia y daños internos en organismos marinos. Los residuos orgánicos pueden inducir procesos de eutrofización e hipoxia, alterando la estructura y funcionalidad de los ecosistemas; los residuos plásticos, además de generar efectos físicos directos sobre la fauna, actúan como vectores de contaminantes persistentes; mientras que los residuos peligrosos de origen urbano como pilas y baterías (que idealmente deberían manejarse de forma diferenciada, es decir, no deberían de estar ahí), con frecuencia son dispuestos inadecuadamente junto con los RSU debido a deficiencias en los sistemas de recolección y separación en países como México (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020; Jambeck et al., 2015).

OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original

En este contexto, la Tabla 1 sintetiza los principales tipos de RSU presentes en ambientes costeros y marinos, así como los contaminantes químicos y microbiológicos asociados con mayor frecuencia en zonas con vocación turística, pesquera e industrial, además de sus principales impactos ambientales y sanitarios.

Tabla 1. Principales residuos sólidos urbanos y contaminantes asociados en ecosistemas costeros y marinos

| Categoría | Ejemplos | Contaminantes asociados | Impactos | Referencias |
|--|---|---|---|---|
| Orgánicos | Restos de alimentos, poda, residuos biodegradables | Nutrientes (N y P), materia orgánica | Eutrofización, hipoxia, proliferación algal, alteración de comunidades marinas y reducción de oxígeno disuelto | Breitburg et al., 2018; Jenny et al., 2016; Díaz et al., 2019 |
| Plásticos | Botellas PET, bolsas, empaques, fibras sintéticas | Aditivos químicos, ftalatos, BPA y contaminantes adsorbidos | Generación de microplásticos, ingestión por fauna, enredos, transporte de contaminantes, efectos fisiológicos y transferencia en cadenas tróficas | Geyer et al., 2017; Law, 2017; Provencher et al., 2017. |
| Residuos peligrosos urbanos | Pilas, baterías, electrónicos, pinturas | Metales pesados (Pb, Hg, Cd, Ni), retardantes de flama | Toxicidad, bioacumulación, biomagnificación, daños neurológicos y afecciones inmunológicas | Jaishankar et al., 2014; Ali et al., 2019 |
| Residuos industriales y portuarios mezclados con RSU | Aceites, combustibles, solventes | Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs), aceites lubricantes | Toxicidad en organismos marinos, deterioro de hábitats costeros y afectaciones fisiológicas | Honda & Suzuki, 2020; Kennish, 1997 |
| Residuos sanitarios y domésticos | Lixiviados, drenaje urbano, residuos orgánicos | Microorganismos patógenos (<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterococcus spp.</i> , <i>Salmonella spp.</i>) | Riesgos gastrointestinales, deterioro sanitario de playas y afectaciones a la salud pública | WHO, 2021; UNEP, 2021 |
| Residuos con compuestos persistentes | Electrónicos, plásticos tratados, residuos industriales | PCB, dioxinas, compuestos orgánicos persistentes (COPs) | Persistencia ambiental, alteraciones endocrinas y biomagnificación | Rochman et al., 2013; UNEP, 2021 |



Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



Asimismo, en zonas costeras con alta capacidad turística, pesquera e industrial, los RSU constituyen una fuente importante de contaminantes químicos y microbiológicos que pueden incorporarse al ambiente marino a través de lixiviados, escorrentía superficial o descargas asociadas a sistemas urbanos. Entre los principales contaminantes identificados se encuentran metales pesados, hidrocarburos, compuestos orgánicos persistentes, microorganismos patógenos y bacterias indicadoras de contaminación fecal, cuya presencia representa riesgos para la biodiversidad, la calidad sanitaria del agua y la salud humana (UNEP, 2021; Ali et al., 2019). De manera particular, la fragmentación de plásticos en microplásticos facilita su incorporación en las cadenas tróficas marinas y favorece la transferencia de contaminantes químicos y microorganismos asociados, lo que incrementa la exposición humana a través del consumo de productos pesqueros. Diversos estudios han documentado su presencia en alimentos marinos destinados al consumo humano y sugieren posibles efectos relacionados con procesos inflamatorios, estrés oxidativo y transporte de sustancias tóxicas (Wright & Kelly, 2017; Catarino et al., 2018). A ello se suma la exposición a metales pesados provenientes de residuos peligrosos mal gestionados, cuyos efectos incluyen alteraciones neurológicas, daños renales y afectaciones al sistema inmunológico (Ali et al., 2019).

En estos escenarios se establece que la problemática de los RSU trasciende el ámbito ambiental y requiere enfoques integrales para atenderla. La interacción entre los diferentes tipos de residuos, sus rutas de transporte y sus efectos acumulativos resalta la necesidad de avanzar hacia modelos de manejo sostenibles que consideren establecer sistemas de gestión basados en la economía circular los cuales, a partir del aprovechamiento y reciclaje de los residuos, pueden contribuir a recuperar y regenerar el entorno ambiental, mejorar el suministro y calidad de los alimentos y, en consecuencia, el bienestar humano.

6. Retos en la gestión de residuos sólidos urbanos en zonas costeras

La gestión de RSU en zonas costeras enfrenta desafíos particulares derivados de la relación entre dinámicas urbanas, presión turística,



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



fragilidad ecológica y necesidades crecientes de servicios públicos. A diferencia de los sistemas urbanos interiores, las ciudades costeras deben atender no solo la generación ordinaria de residuos asociada a la población residente, sino también flujos variables vinculados al turismo, actividades portuarias y servicios recreativos. Esta condición incrementa la complejidad operativa del manejo de residuos y eleva el riesgo de dispersión hacia playas, estuarios, lagunas costeras y ecosistemas marinos (UNEP, 2021).

Uno de los principales aspectos por fortalecer es la coordinación institucional y la planificación intersectorial. La gestión de residuos involucra competencias compartidas entre distintas dependencias y niveles de gobierno, lo que vuelve indispensable consolidar mecanismos de colaboración, intercambio de información y planeación conjunta. El fortalecimiento de la gobernanza local, acompañado de capacidades técnicas y herramientas de seguimiento puede mejorar la eficiencia de las políticas públicas y facilitar estrategias preventivas de largo plazo (Kaza et al., 2018).

Otro desafío relevante es la infraestructura disponible para recolección, transferencia, valorización y disposición final. En diversas regiones costeras de México es evidente la necesidad de ampliar la cobertura, modernizar el equipamiento y adaptar las instalaciones al crecimiento urbano y turístico. La mejora de las rutas de recolección, las estaciones de transferencia y los sistemas de aprovechamiento permitiría reducir las pérdidas operativas y disminuir la probabilidad de que los residuos lleguen a cuerpos de agua cercanos (SEMARNAT, 2020).

En sitios turísticos costeros la estacionalidad de la generación de residuos puede incrementarse considerablemente durante temporadas vacacionales, fines de semana largos o eventos masivos. La influencia del turismo sobre la generación de residuos ha sido documentada en distintos contextos, donde los incrementos temporales en el número de visitantes se traducen en mayores volúmenes de residuos y una presión adicional sobre los sistemas de gestión. En México, un estudio realizado en Tabasco, documentó que la generación per cápita de residuos sólidos aumentó de 0.144 kg por persona al día durante la temporada baja a



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



0.188 kg por persona al día en temporada alta, lo que representa un incremento cercano al 31 % asociado al aumento de visitantes (Laines Canepa et al., 2012).

Patrones similares han sido observados en otros destinos turísticos del mundo. Asensio-Montesinos et al (2019) evaluaron la presencia de residuos en playas de la región de Alicante, España, durante primavera y verano (alta afluencia turística) y encontraron un incremento de 46.6 % en la presencia de residuos en temporada alta. Las principales categorías de fuentes y tipos de residuos fueron: plásticos mal dispuestos por visitantes > descargas de aguas residuales > actividades pesqueras en la costa. En playas insulares del Mediterráneo, Grelaud y Ziveri (2020) reportaron que las tasas de acumulación de residuos marinos durante la temporada turística alta fueron hasta 4.7 veces mayores que las registradas en temporada baja. Los autores también demostraron que la implementación de medidas de gestión específicas durante los periodos de mayor afluencia permitió reducir la acumulación de residuos en aproximadamente 52.5 %. Asimismo, estudios realizados en municipios costeros de Croacia identificaron una marcada variación estacional en la generación de residuos sólidos urbanos asociada a la actividad turística, llegando a registrarse incrementos de hasta el doble durante los meses de verano respecto a la temporada baja.

A pesar de la importancia económica del turismo en numerosos destinos costeros mexicanos, existe una limitada disponibilidad de estudios que documenten cuantitativamente la influencia de la afluencia turística sobre la generación de residuos sólidos urbanos. En consecuencia parte de la información disponible procede de reportes institucionales y notas periodísticas. Por ejemplo, en Acapulco, Guerrero, las autoridades municipales han reportado que durante periodos vacacionales la generación de residuos puede aumentar de aproximadamente 400–500 toneladas diarias a 600–800 toneladas por día. De manera similar, en Mazatlán, Sinaloa, autoridades municipales estimaron que durante la Semana Santa de 2026 la generación diaria de residuos podría incrementarse de aproximadamente 770–800 toneladas a más de 1,040 toneladas, equivalente a un aumento cercano al 40 %, debido a la



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



concentración de visitantes en playas, malecón y zonas hoteleras. Este comportamiento temporal requiere esquemas operativos flexibles que contemplen refuerzo de personal, ampliación de las frecuencias de recolección, campañas temporales de limpieza y jornadas de educación ambiental.

En un sistema mejor organizado se suma la necesidad de fortalecer la separación en la fuente y el reciclaje. Cuando los residuos orgánicos, reciclables y de manejo especial se mezclan desde el origen, disminuye la recuperación de materiales valiosos, aumentan los costos operativos y se reduce la vida útil de los sitios de disposición final. En zonas costeras, esta situación cobra especial relevancia, ya que materiales ligeros y persistentes, como los envases plásticos, pueden desplazarse con facilidad hacia el medio ambiente natural. La evidencia internacional muestra que la prevención, la separación domiciliaria y la recolección diferenciada constituyen medidas clave para reducir la contaminación marina de origen terrestre (Jambeck et al., 2015; OECD, 2022).

También resulta importante considerar la expansión urbana y la cobertura equitativa de los servicios en asentamientos periféricos o de reciente crecimiento. En zonas donde se realizan desarrollos costeros, la velocidad del crecimiento urbano puede superar la capacidad de expansión de los servicios públicos, lo que genera áreas con atención parcial. Fortalecer la cobertura, integrar criterios de ordenamiento territorial y priorizar las zonas ambientalmente sensibles contribuiría a reducir los riesgos de disposición inadecuada en canales, manglares, humedales o zonas de inundación. En este sentido, la planeación territorial con enfoque de vulnerabilidad costera permite incorporar variables como la erosión litoral, la inundación por marejadas, el aumento del nivel del mar y la mayor exposición a eventos hidrometeorológicos extremos. Esto permitiría orientar la localización de infraestructura, optimizar las rutas de recolección y prevenir la acumulación de residuos en áreas de alto riesgo socioambiental.

Así, los retos en la gestión de RSU en zonas costeras evidencian que la problemática no depende únicamente del volumen de residuos generados, sino también de factores institucionales, territoriales y



Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



socioeconómicos. Por ello, para superar estos desafíos, es necesario fortalecer las capacidades municipales, modernizar la infraestructura, incorporar esquemas de economía circular y diseñar políticas diferenciadas para los territorios costeros, así como la adopción de instrumentos de responsabilidad extendida del productor puede contribuir a redistribuir los costos y responsabilidades de la gestión de residuos a lo largo del ciclo de vida de los productos, incentivando el ecodiseño, la reducción de materiales de un solo uso y el fortalecimiento de cadenas de valorización y reciclaje.

7. Estrategias para una gestión sostenible de RSU en zonas costeras

La transición hacia modelos de economía circular representa una oportunidad para fortalecer la gestión de los residuos sólidos urbanos en zonas costeras. A diferencia del esquema lineal tradicional basado en extraer, consumir y desechar, la economía circular promueve la prevención de la generación de residuos, la prolongación de la vida útil de los productos, la recuperación de materiales y su reincorporación a los ciclos productivos. En territorios costeros, este enfoque adquiere especial relevancia debido a la estrecha relación entre las actividades urbanas y la conservación de los ecosistemas marinos, en la que una gestión preventiva puede reducir significativamente la fuga de residuos al medio ambiente (Geissdoerfer et al., 2017; UNEP, 2021).

Aunque el mejor residuo es aquel que no se genera, una primera línea de acción consiste en la prevención de la fuente, entendida como la reducción de residuos desde las etapas iniciales de diseño, producción y consumo. En términos operativos, esta estrategia puede materializarse mediante programas municipales de consumo responsable, incentivos para el uso de envases retornables, la promoción de compras públicas sostenibles y esquemas comerciales que prioricen productos reutilizables, recargables o de mayor durabilidad. De igual forma, la instalación de estaciones de relleno de agua potable en espacios públicos y zonas turísticas puede disminuir el uso de botellas desechables, mientras que campañas dirigidas a hogares, comercios y prestadores de servicios pueden fortalecer hábitos de compra orientados



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



a productos con menor empaque. En zonas costeras, estas acciones adquieren especial relevancia al reducir la presión sobre los sistemas municipales de recolección y disminuir la probabilidad de dispersión de materiales hacia playas, esteros y cuerpos de agua conectados con el mar (OECD, 2022; UNEP, 2021).

Dentro de este marco, destaca la reducción de los plásticos de un solo uso como una de las medidas con mayor potencial de impacto. Productos como bolsas, popotes, utensilios desechables, envases ligeros y empaques de corta vida útil representan una fracción importante de los residuos encontrados en playas y en ambientes marinos. La sustitución progresiva por alternativas reutilizables, compostables o con mayor contenido reciclado puede disminuir la generación de residuos persistentes y fortalecer cadenas de suministro más sostenibles (Jambeck et al., 2015; UNEP, 2021).

Otra área prioritaria es la valorización de residuos, mediante esquemas diferenciados según la composición de los RSU. En el caso de materiales reciclables, puede recomendarse instalar centros de acopio de proximidad, fortalecer las cadenas locales de reciclaje e integrar al sector recuperador informal en condiciones seguras y formalizadas. Para residuos orgánicos, la implementación de plantas de compostaje descentralizadas y/o de biodigestores comunitarios puede transformar restos de alimentos y de poda en fertilizantes o en energía útil para parques, la agricultura periurbana o los servicios municipales. En zonas costeras con alta actividad turística y comercial, estas medidas pueden reducir costos logísticos y generar empleos verdes locales (Kaza et al., 2018).

El avance hacia una gestión integral requiere políticas públicas orientadas a resultados medibles. Entre las propuestas más relevantes se encuentran metas municipales de reducción y reciclaje con indicadores anuales, ordenanzas para la separación obligatoria de grandes generadores, sistemas de trazabilidad digital de residuos, tarifas diferenciadas según la generación y el desempeño, así como observatorios ciudadanos que den seguimiento a los avances. En ciudades costeras estas políticas pueden complementarse con



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



certificaciones ambientales para playas y destinos turísticos que incorporen criterios de gestión de residuos (OECD, 2022).

De manera complementaria, la responsabilidad extendida del productor (REP) constituye un instrumento clave para redistribuir responsabilidades a lo largo de la cadena de valor. Su aplicación puede enfocarse en envases, empaques, muebles, electrónicos, pilas y productos de alto consumo en zonas turísticas. Bajo este esquema, fabricantes e importadores financian sistemas de recolección posconsumo, puntos de retorno, campañas de recuperación y el ecodiseño de productos más reciclables. La evidencia internacional muestra que los sistemas REP incrementan las tasas de recuperación y reducen los costos para los municipios cuando se cuenta con metas claras y mecanismos de supervisión (OECD, 2016).

En zonas costeras la implementación de programas de gestión basados en la economía circular contempla la construcción de alianzas territoriales entre municipios, el sector turístico, comercios, universidades, cooperativas de reciclaje y organizaciones comunitarias. Estas alianzas pueden impulsar programas de “playas cero residuos”, compras sostenibles para hoteles, eventos sin plásticos de un solo uso y esquemas de educación ambiental para visitantes. La colaboración entre actores fortalece la gobernanza local y mejora la imagen ambiental de los destinos. Adicionalmente, la incorporación de infraestructura verde y sistemas de retención de residuos en canales pluviales, humedales urbanos y cuerpos de agua puede contribuir a disminuir el transporte de residuos sólidos y microplásticos hacia ríos, estuarios y ecosistemas marinos. Estrategias como humedales artificiales, jardines de lluvia, franjas de vegetación ribereña, sistemas urbanos de drenaje sostenible y dispositivos de captura de residuos en canales de escorrentía han demostrado ser herramientas efectivas para interceptar contaminantes antes de que alcancen los ambientes costeros (Everard & Moggridge, 2012; Fletcher et al., 2015; Liu et al., 2021). Bajo este enfoque, una ruta viable consiste en establecer políticas públicas basadas en evidencia científica, instrumentos de responsabilidad compartida y soluciones basadas en la naturaleza, lo que permite avanzar hacia sistemas urbanos más eficientes, resilientes y compatibles con la conservación de los ecosistemas marinos.



Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



► CONCLUSIÓN

Los residuos sólidos urbanos constituyen un desafío para la sustentabilidad en las zonas costeras. Su impacto varía según su volumen, composición, manejo y contexto territorial. La evidencia revisada indica que una gestión deficiente aumenta los riesgos ecológicos, sanitarios y económicos, especialmente en áreas con mucha presión urbana y turística. Por ello, es fundamental fortalecer modelos integrales enfocados en la prevención, separación en origen, valorización, infraestructura adecuada y coordinación institucional. En particular aplicar principios de economía circular es una opción viable para disminuir la fuga de residuos al entorno, mejorar la eficiencia de los sistemas urbanos y avanzar hacia territorios costeros más resilientes y sostenibles ambientalmente.

► LITERATURA CITADA

- Ali, H., Khan, E., & Ilahi, I. (2019).** Environmental chemistry and ecotoxicology of hazardous heavy metals. *Chemosphere*, 234, 409–421. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.06.067>
- Asensio-Montesinos, F., Anfuso, G., Randerson, P., & Williams, A. T. (2019).** Seasonal comparison of beach litter on Mediterranean coastal sites (Alicante, SE Spain). *Ocean & Coastal Management*, 181, (104914). <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104914>
- Bisschop, L., Hendlin, Y., & Jaspers, J. (2022).** Designed to break: planned obsolescence as corporate environmental crime. *Crime, Law and Social Change*, 78(3), 271-293. <https://doi.org/10.1007/s10611-022-10023-4>
- Breitbart, D. L., Levin, L. A., Oshlies, A., Grégoire, M., Chavez, F. P., Conley, D. J., Garçon, V., Gilbert, D., Gutiérrez, D., Isensee, K., Jacinto, G. S., Limburg, K. E., Montes, I., Naqvi, S. W. A., Pitcher, G. C., Rabalais, N. N., Roman, M. R., Rose, K. A., Seibel, B. A., ... Zhang, J. (2018).** Declining oxygen in the global ocean and coastal waters. *Science*, 359(6371), eam7240. <https://doi.org/10.1126/science.2018.359.7240>

OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



- Catarino, A. I., Macchia, V., Sanderson, W. G., Thompson, R. C., & Henry, T. B. (2018). Low levels of microplastics (MP) in wild mussels indicate that MP ingestion by humans is minimal compared to exposure via household fibres fallout during a meal. *Environmental Pollution*, 237, 675–684. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.069>
- Eriksen, M., Lebreton, L. C. M., Carson, H. S., Thiel, M., Moore, C. J., Borerro, J. C., Galgani, F., Ryan, P. G., & Reisser, J. (2014). Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *PLoS ONE*, 9(12), e111913. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>
- Everard, M., & Moggridge, H. L. (2012). Rediscovering the value of urban rivers. *Urban Ecosystems*, 15(2), 293–314. <https://doi.org/10.1007/s11252-011-0174-7>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy – a new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Grelaud, M., & Ziveri, P. (2020). The generation of marine litter in Mediterranean island beaches as an effect of tourism and its mitigation. *Scientific reports*, 10(1), 20326. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-77225-5>
- Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *What a waste: a global review of solid waste management*. Washington, DC: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388>
- Honda, M., & Suzuki, N. (2020). Toxicities of polycyclic aromatic hydrocarbons for aquatic animals. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(4), 1363. <https://doi.org/10.3390/ijerph17041363>
- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. B., & Beeregowda, K. N. (2014). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology*, 7(2), 60–72. <https://doi.org/10.2478/intox-2014-0009>
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



- Jenny, J.-P., Normandeau, A., Francus, P., Taranu, Z. E., Gregory-Eaves, I., & Lapointe, F. (2016).** Urban point sources of nutrients were the leading cause of cultural eutrophication in Lake Geneva. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(45), 12655–12660. <https://doi.org/10.1073/pnas.1605480113>
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018).** *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. Washington, DC: World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- Kennish, M. J. (1997).** Practical handbook of estuarine and marine pollution. CRC Press, Boca Raton, FL. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9780203742488/practical-handbook-estuarine-marine-pollution-michael-kennish>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017).** Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Laines-Canepa, J. R., Larios, C. Z., Treviño, M. E. M. V., & Sánchez, D. I. G. (2012).** Basic diagnosis of solid waste generated at Agua Blanca State Park to propose waste management strategies. *Waste management & research*, 30(3), 302–310. <https://doi.org/10.1177/0734242X11415312>
- Law, K. L. (2017).** Plastics in the marine environment. *Annual Review of Marine Science*, 9, 205–229. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010816-060409>
- Lebreton, L. C. M., Van der Zwet, J., Damsteeg, J. W., Slat, B., Andrady, A., & Reisser, J. (2017).** River plastic emissions to the world's oceans. *Nature Communications*, 8, 15611. <https://doi.org/10.1038/ncomms15611>
- Nanda, S., & Berruti, F. (2021).** Municipal solid waste management and landfilling technologies: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 19(2), 1433–1456. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01100-y>
- OECD. (2016).** Extended producer responsibility: updated guidance for efficient waste management. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264256385-en>
- OECD. (2022).** Global plastics outlook: economic drivers, environmental impacts and policy options. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/de747aef-en>



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



- Provencher, J. F., Bond, A. L., Avery-Gomm, S., Borrelle, S. B., Rebolledo, E. L. B., Hammer, S., Mallory, M. L., & Van Franeker, J. A. (2017).** Quantifying ingested debris in marine megafauna: a review and recommendations for standardization. *Analytical Methods*, 9(9), 1454–1469. <https://doi.org/10.1039/C6AY02419J>
- Rochman, C. M., Hoh, E., Hentschel, B. T., & Kaye, S. (2013).** Long-term field measurement of sorption of organic contaminants to five types of plastic pellets: Implications for plastic marine debris. *Environmental Science & Technology*, 47(3), 1646–1654. <https://doi.org/10.1021/es303700s>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2020).** Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2021).** From Pollution to solution: a global assessment of marine litter and plastic pollution. Nairobi: UNEP. <https://www.unep.org/resources/pollution-solution-global-assessment-marine-litter-and-plastic-pollution>
- Wasave, S., Kamble, S., Kazi, T., Wasave, S., GB, S., & Sharma, A. (2025).** A bibliometric review on ghost fishing: Impacts on marine environment and governing measures. *Marine Pollution Bulletin*, 212, 117604. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2025.117604>
- World Health Organization (WHO). (2021).** Guidelines on Sanitation and Health. Geneva: WHO. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241514705>
- Wright, S. L., & Kelly, F. J. (2017).** Plastic and human health: a micro issue? *Environmental Science & Technology*, 51(12), 6634–6647. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00423>



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original