ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN Y FUENTES DE PROCEDENCIA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL LITORAL DE MANZANILLO: BASES PARA UNA GESTIÓN LOCALIZADA DESDE LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

Blanca Marthy Gallardo Jiménez

Resumen

El litoral de Manzanillo, Colima, presenta una grave problemática por acumulación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), con riesgos sanitarios y degradación de sus ecosistemas. El estudio realizado desde el CETMAR No. 12 identifica, clasifica y cuantifica estos desechos e infiere su procedencia, articulando monitoreo científico con los Proyectos Escolares Comunitarios de la Nueva Escuela Mexicana. Durante seis meses, mediante muestreos semanales y jornadas en siete bahías y playas conforme a la norma NMX-AA-015-1985, se recolectaron 3,011.17 kg de residuos: predominaron plásticos (35 %), llantas (20 %), basura general (13 %) y vidrio (11 %), además de residuos de manejo especial y colillas de cigarro. El origen es principalmente antropogénico, asociado al consumo local, el turismo y la actividad portuaria. Los resultados confirman la educación ambiental transformadora como herramienta eficaz de ciencia ciudadana y recomiendan campañas, infraestructura diferenciada y regulación para una gestión sostenible en el territorio.

Palabras clave: residuos sólidos urbanos; contaminación marina; educación ambiental; enseñanza media; Manzanillo (Colima).

Abstract

The coastline of Manzanillo, Colima, faces a serious problem of accumulated Urban Solid Waste (USW), linked to health risks and ecosystem degradation. Conducted at the Center for Marine Technological Studies No. 12 (CETMAR 12), this study identifies, classifies, and quantifies these wastes and traces their origins, integrating scientific monitoring with Community School Projects under the New Mexican School framework. Over six months, through weekly sampling and mass clean-up events across seven bays and beaches in compliance with standard NMX-AA-015-1985, a total of 3,011.17 kg of waste was collected: plastics (35 %), tires (20 %), general waste (13 %), and glass (11 %) predominated, alongside special-handling waste and cigarette butts. The origin is primarily anthropogenic, tied to local consumption, tourism, and port activity. The findings validate transformative environmental education as an effective citizen science tool and recommend targeted campaigns, differentiated infrastructure, and regulation to advance sustainable local management.

Keywords: urban solid waste; marine pollution; environmental education; upper secondary education; Manzanillo.

Introducción

El municipio de Manzanillo, Colima, constituye uno de los nodos portuarios y turísticos más estratégicos de México. Su dinamismo económico y bienestar social están intrínsecamente ligados a la integridad de sus ecosistemas costeros, los cuales fungen como soporte de la actividad pesquera y el sector servicios.

No obstante, la sostenibilidad de este entorno se ve seriamente amenazada por la acumulación antropogénica de residuos sólidos urbanos (RSU), un fenómeno que trasciende la degradación estética para convertirse en un problema de salud pública y desequilibrio ecológico. Académicamente, el estudio de estos residuos es crucial para comprender los patrones de consumo y las deficiencias en los sistemas de gestión en zonas de tierra y mar de Manzanillo.

La gravedad de esta situación se refleja en los indicadores de calidad sanitaria. Bajo los criterios de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS),

que monitorea la aptitud de las playas para uso recreativo, Manzanillo ha figurado históricamente en posiciones críticas a nivel nacional. Por ejemplo, registros oficiales han señalado concentraciones de hasta 100 NMP/100 ml de Enterococcus faecalis en la Bahía de Santiago, seguidos por San Pedrito (73) y Las Brisas (47) (COFEPRIS, 2019).

Los datos alertan sobre para quienes se bañan en la playa; si bien existe evidencia del impacto microbiológico, la dinámica de los residuos sólidos que coexiste en este entorno permanece insuficientemente documentada en términos de su origen y tipología específica, lo que subraya la necesidad de una vigilancia alineada con los estándares de salud y educación ambiental promovidos por la Secretaría de Educación Pública (SEP) para fomentar una cultura de prevención desde el sector académico.

Alineados a la cultura de prevención y educación ambiental, el Centro de Estudios Tecnológicos del Mar (CETMAR) No. 12, trabaja activamente en la concientización ambiental de limpiezas de playas, practicando el octavo principio de la Nueva Escuela Mexicana (NEM) y el Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (MCCEMS) (Secretaría de Educación Pública y Secretaría de Salud, 2023). Esta investigación surge de la necesidad de pasar de las limpiezas semanales de playas a la comprensión científica del problema en la comunidad.

Ante este escenario, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la composición física y el origen predominante de los residuos sólidos urbanos (RSU) en las bahías de Manzanillo, y cómo esta caracterización puede fundamentar estrategias de mitigación más precisas? Para responder a esta interrogante, el presente estudio establece como objetivo específico identificar, clasificar y cuantificar la composición física de los residuos sólidos urbanos (RSU) en el litoral de Manzanillo, así como inferir cualitativamente sus posibles fuentes de procedencia (terrestres, marinas, turísticas o urbanas) a partir de la tipología de los materiales recolectados y la dinámica de las zonas de muestreo.

La Nueva Escuela Mexicana (NEM) establece estrategias para articular a las y los actores participantes en la construcción de los aprendizajes significativos y contextualizados del estudiantado de la Educación Media Superior, con base en el programa de estudios y necesidades o problemáticas de la comunidad, mediante el desarrollo de Proyectos Escolares Comunitarios (PAEC) (Subsecretaría de Educación Media Superior, 2023).

Marco teórico: perspectivas sobre el entorno, la ciudad y la educación

El presente estudio fundamenta su análisis en la articulación de tres ejes conceptuales críticos para comprender y mitigar la problemática de los residuos en zonas costeras: la Psicología Ambiental, el Metabolismo Urbano y la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS).

Desde la perspectiva de la Psicología Ambiental, se analiza la desconexión existente entre la ciudadanía y su entorno inmediato. De acuerdo con Corral Verdugo (2017), la deficiencia en la gestión de residuos desde su origen en calles, ríos y playas obedece a que la sociedad percibe al ecosistema costero como un receptor infinito de desechos, conducta asociada a la falta de apego y percepción de pertenencia con el medio natural.

Esta interacción entre los hábitos de consumo de la sociedad y su entorno físico se comprende estructuralmente a través del Metabolismo Urbano. Bajo este concepto, el debate académico contemporáneo señala que la contaminación en ciudades portuarias como Manzanillo es el resultado de un sistema lineal; es decir, los residuos generados y encontrados en las costas son subproductos directos de un sistema urbano que no ha logrado integrar políticas públicas efectivas para la reducción de desechos (Naredo, 2015).

Finalmente, para transformar esta percepción ambiental y corregir las fallas del metabolismo urbano, resulta imperativo transitar hacia una Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS). Este enfoque pedagógico va más allá de una educación ambiental puramente informativa, buscando fomentar una responsabilidad compartida entre las instituciones y la comunidad. A través de la EDS, las escuelas tal como el CETMAR 12 actúan como nodos de intervención que buscan reconfigurar el tejido social formando a los estudiantes como verdaderos agentes de cambio (UNESCO, 2020).

De acuerdo con la literatura de esta disciplina, la deficiencia en la gestión de residuos desde su origen (como en calles, ríos y playas) obedece a que la sociedad percibe al ecosistema costero como un receptor infinito de desechos.

Esta interacción entre los hábitos de consumo de la sociedad y su entorno físico se comprende estructuralmente a través del **Metabolismo Urbano**. Bajo este concepto del debate académico contemporáneo, la contaminación en ciudades portuarias como Manzanillo es vista como el resultado de un sistema lineal; es decir, los residuos generados y encontrados en las costas son subproductos directos de un sistema urbano que no ha logrado integrar políticas públicas efectivas para la reducción de desechos.

Finalmente, para transformar esta percepción ambiental y corregir las fallas del metabolismo urbano, resulta imperativo transitar hacia una **Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS).** Este enfoque pedagógico va más allá de una educación ambiental puramente informativa, buscando fomentar una responsabilidad compartida entre las instituciones y la comunidad. A través de la EDS, las escuelas (tal como el CETMAR 12) actúan como nodos de intervención que buscan reconfigurar el tejido social formando al estudiantado como agente de cambio.

Metodología

El presente estudio se enmarca en un diseño de investigación cuantitativo de alcance descriptivo y de tipo no experimental transversal, el cual se encuentra alineado con los estándares oficiales para la caracterización de residuos sólidos y responde a los principios pedagógicos y sociales de la Nueva Escuela Mexicana (NEM). Esta metodología permite la recolección de datos numéricos objetivos para categorizar con precisión la magnitud, tipología y fuentes de generación de los residuos, estableciendo las bases técnicas para proponer estrategias de gestión ambiental adecuadas al contexto local.

1.-Población y Muestreo (Delimitación Espacial):

Periodo de Estudio: Se realizaron muestreos semanales durante cinco meses (doce jornadas) y dos limpiezas masivas, el periodo del semestre está conformado por seis meses.

Zona de Estudio: Un tramo de 44.3 kilómetros lineales de litoral recorridos., que corresponden a los puntos de intervención (Ver Tabla 1).

Se seleccionaron sitios de muestreo estratégicos basados en los antecedentes de COFEPRIS y la actividad del CETMAR 12:

- Bahía de Santiago: (Punto de alta afluencia turística).
- Bahía de Salagua: (Punto de alta afluencia turística).
- Bahía de Miramar: (Punto de alta afluencia turística).
- Playa San Pedrito: (Zona de influencia portuaria y urbana).
- Las Brisas: (Zona residencial y turística).
- Ventanas y Tapo de ventanas: (Zona turística y de pesca).
- Peña Blanca: (Zona de pesca y recreativa)

2.-Procedimiento de Caracterización (Sistematización): Para garantizar la precisión científica, la clasificación se basó en la normativa vigente NMX-AA-015-1985 para la protección ambiental (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial [NMX], 1985), adaptada al entorno costero. La caracterización fue censal sobre el total recolectado:

2.1.-Identificación y Clasificación: Los residuos se agruparon en categorías según su material (Plástico, vidrio, metal, unicel, colillas de cigarro, papel, cartón, restos de animales, ropa y calzado, aluminio, tapas de plásticos, llantas, electrodomésticos, latas, envases de Tetrapak).

2.2.- Cuantificación: Se utilizaron instrumentos de pesaje (básculas) para obtener el peso por categoría. Se calculó la densidad de residuos (kilogramos por kilómetro recorrido), el peso promedio por material para determinar el impacto.

3. Integración con el Modelo Educativo en la Educación Media Superior.

Sustentado en el Acuerdo 17/02/08, la metodología se sistematiza a través de los Proyectos Escolares Comunitarios (PAEC). El estudiantado del CETMAR 12 participa en su programa con el nombre “Mi responsabilidad social con la escuela y comunidad”, no solo como recolector, sino como analista de datos, transformando la limpieza de playas en una práctica de conciencia ciudadana que genera aprendizajes significativos.

El Programa de Limpieza de playas del CETMAR 12, bajo la Estrategia de Vida Saludable (SEP y Secretaría de Salud, 2025), ha implementado el programa piloto de recolección de residuos en ecosistemas críticos (manglares, dunas y playas).

Indicadores de Operación y Alcance

- Participantes: 480 estudiantes (divididos en 16 grupos de 30 personas) junto a docentes.
- Frecuencia: Una limpieza semanal y dos jornadas masivas por semestre.
- Capacidad de Recolección:
  - Semanal: 50 kg por cada 3 km.
  - Masiva: 1,000 kg en 44.3 km recorridos.

Tabla 1

Impacto territorial: intervención en puntos estratégicos

Datos clave de impacto			
Actividad	Distancia	Residuos	Hectáreas protegidas.
Limpieza semanal	3 km	50 kg	
Limpieza masiva (2)	44.3 km	1,069.05 kg	

Nota. Elaboración propia con datos del Programa de Limpieza de Playas del CETMAR No. 12.

Resultados

Se registró una recolección total de 3,011.17 kilogramos (kg) de residuos, cifra que corresponde al peso acumulado verificado en la Tabla 4. Es importante señalar que esta cantidad representa la masa total de los materiales recolectados y no el número de piezas o unidades individuales.

La jornada masiva de limpieza tuvo cobertura en Bahía de Santiago, Bahía de Salagua, Bahía de Miramar, Playa San Pedrito, Las Brisas, Tapo de Ventanas y Escolleras Centro que corresponde a Playa San Pedrito. Es importante señalar que Playa Azul corresponde a una subzona de la Bahía de Salagua. Playa Peña Blanca no fue incluida en esta actividad. La jornada masiva registrada en la Tabla 2 con 500 participantes incluye, además del alumnado, a docentes, personal administrativo, directivos y personal de apoyo del plantel. Los sitios con registro detallado en la Tabla 2 se identifican territorialmente como sigue:

- Playa Azul: Bahía de Salagua.
- San Pedrito (2): Playa San Pedrito, zona de influencia portuaria y urbana.
- Tapo Ventanas (2): Ventanas y Tapo de Ventanas, zona turística y de pesca.
- Las Brisas: Playa Las Brisas, zona residencial y turística.
- Escolleras Centro: Zona Centro de Manzanillo, subzona de la Playa de San Pedrito.

Tabla 2

Muestra de resultados de cinco playas, una limpieza masiva, distancias recorridas (km)

Sitio de Limpieza	No. Participantes	Total Residuos (kg)	Distancia (km)	Residuo Predominante
Masiva (General)	500	1,069.05	15	Manejo especial (59.3 %)
Playa Azul	35	72.17	2	Vidrio (36 %)
San Pedrito (2)	27	43.82	3	Plástico (32 %), Textil (5 %)
Tapo Ventanas (2)	35	75.6	1.5	Plástico (41.7 %), Electrodomésticos (8.5 %)
Las Brisas	25	24.4	1.5	Residuos Generales (40 %), Colillas (2.1 %)
Escolleras Centro	20	33.2	3	PET (31 %)

Nota. Elaboración propia con datos del Programa de Limpieza de Playas del CETMAR No. 12.

1.- Observaciones de los resultados.

La jornada masiva concentra el 81.1 % de los residuos registrados en la muestra de seis sitios de la Tabla 2 (1,069.05 kg de 1,318.24 kg), equivalente al 35.5 % del acumulado semestral de 3,011.17 kg.

Densidad de Residuos por Zona: Aunque la limpieza “masiva” recolecta más, los puntos de San Pedrito y Escolleras Centro son los puntos más críticos en densidad. Esto sugiere que son zonas pequeñas pero con una acumulación de basura muy alta.

Se registró una recolección total de 3,011.17 kilogramos (kg) de residuos, cifra que corresponde al peso acumulado verificado en la Tabla 4. Es importante señalar que esta cantidad representa la masa total de los materiales recolectados y no el número de piezas ni unidades individuales.

Al analizar la densidad de recolección calculada como kilogramos de residuos por participante, se observa que Tapo Ventanas (2) es el sitio con mayor densidad, con 2.16 kg por persona. Le siguen la limpieza masiva general con 2.14 kg/participante y Playa Azul con 2.06 kg/participante. En orden descendente, se encuentran Escolleras Centro (1.66 kg/participante), San Pedrito (1.62 kg/participante) y, finalmente, Las Brisas con 0.98 kg/participante, que registra la menor densidad entre los sitios evaluados.

Cumplimiento de Objetivos: El programa menciona un estándar de 50 kg/km. Se observa que Tapo Ventanas cumple casi exactamente el estándar de 50 kg/km: 75.6 kg recolectados en 1.5 km equivalen a 50.4 kg/km).

2.- Composición de los Residuos

Resulta significativo y preocupante identificar la variación en la composición de los residuos según el sitio de muestreo, lo cual denota patrones diferenciados de contaminación:

Residuos de manejo especial en la zona de limpieza masiva: En esta área, el 59.3 % de los desechos corresponden a la categoría de manejo especial. Esta proporción representa un indicador crítico que demanda la implementación de protocolos de manejo especializado.

Predominio de plásticos y vidrio: Estos materiales constituyen los principales agentes contaminantes en las zonas costeras. En la playa Tapo Ventanas, el plástico representa el 41.7 %, mientras que en Playa Azul el vidrio es el componente mayoritario con un 36 %.

Presencia constante de colillas de cigarro: A pesar de representar un porcentaje ponderal bajo, que oscila entre el 0.2 % y el 2.1 %, su presencia es ubicua en todas las localidades. Debido a su reducido peso, el 2.1 % registrado en Las Brisas corresponde a un volumen considerablemente alto de unidades individuales.

Aparición de residuos textiles y electrónicos: Se detectó la presencia de materiales atípicos como textil en San Pedrito (5 %) y electrodomésticos en Tapo Ventanas (8.5 %). Lo anterior sugiere que dichas áreas están siendo utilizadas indebidamente para el desalojo de residuos de origen doméstico, distintos a los generados típicamente en zonas de playa

3.- Análisis del Método CETMAR 12.

La estrategia implementada se sustenta en la organización de una fuerza de trabajo integrada por 480 estudiantes, distribuidos en quince grupos de treinta estudiantes cada uno (450 personas), más un grupo adicional de 30 integrantes del CAED Centro de Atención Especial de Capacidades Diferentes, que funciona como un módulo adicional dentro del plantel.

Los resultados obtenidos demuestran que el modelo aplicado es altamente funcional y replicable; sin embargo, la jornada denominada "limpieza masiva" representó un reto particular debido al volumen y complejidad de los residuos recolectados, incluyendo materiales que presentaban características de peligrosidad.

Análisis de Jornadas y Residuos (Febrero - Junio 2025).

Del análisis de la cronología y desarrollo de las actividades en el periodo referido, se desprenden tres aspectos fundamentales: el impacto significativo de la acción colectiva, la importancia de la especialización por grupos, y la necesidad de atender la diversidad y naturaleza específica de los residuos generados.

Tabla 3

Comparativa de las jornadas más relevantes

Fecha	Jornada / carrera	Total kg	Residuo principal
30/04/25	Todo el plantel	1,069.05	General (327 kg)
30/05/25	NYP VI, MN II Y CAED	569.09	General (70.2 kg)
18/02/25	OP IV	89.5	General (53.3 kg)
20/03/25	MN IV	72.1	PET (48.8 kg)
22/05/25	RYC VI	30.4	Vidrio (6.9 kg)

Nota. Elaboración propia con datos del Programa de Limpieza de Playas del CETMAR No. 12.

De acuerdo con lo que se observa en la Tabla 3, el efecto masivo del 30 de abril fue el día crítico. Si sumamos ambas jornadas de esa fecha, se movilizaron más de 1,600 kg de residuos en un solo día. Esto demuestra que la movilización total del plantel es drásticamente más efectiva que las jornadas aisladas.

La Predominancia del "Residuo General": En la mayoría de las fechas, el mayor peso proviene de "Basura General" (desechos que no se pueden clasificar fácilmente o están muy degradados). Esto indica que las zonas atendidas tienen un alto nivel de contaminación mixta, no solo plásticos.

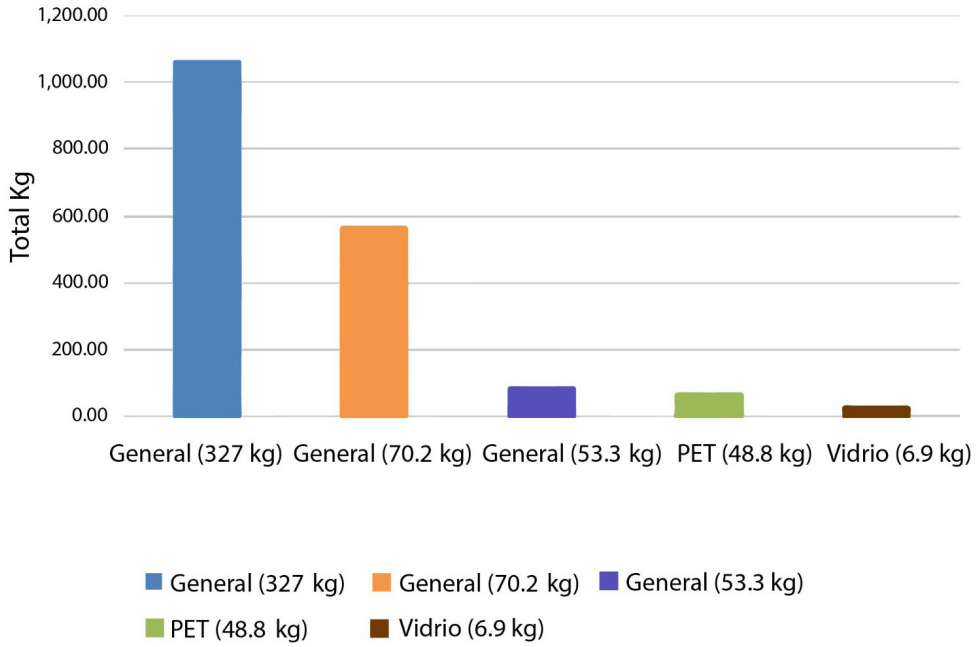
Efectividad en la Clasificación (Caso PET): Es muy relevante observar la jornada del 20 de marzo (MN IV). Es relevante la jornada del 20 de marzo (MN IV): de sus 72.1

kg recolectados, 48.8 kg correspondieron a PET, es decir, el 67.7 % del total de esa salida. Esto sugiere que este grupo trabajó en una zona específica de envases o tuvo una técnica de separación mucho más eficiente que los demás.

Consistencia vs. volumen: Mientras que las jornadas de mayo parecen pequeñas en comparación con abril, mantienen el programa vivo. El residuo principal cambia a vidrio, lo que indica que se están explorando diferentes micro-ecosistemas o problemáticas en cada salida.

Figura 1

Residuos que representaron el mayor peso en el acumulado total de 3,011.17 kg recolectados



Nota. Elaboración propia con datos del Programa de Limpieza de Playas del CETMAR No. 12.

Datos clave representados en la Tabla 3 y la Figura 1.

Recolección relevante del mes de abril: las jornadas realizadas el 30 de abril, y el 30 de mayo con diferencia de un mes entre ambas fechas sumaron conjuntamente más de 1,600 kilogramos de residuos, con un registro acumulado de 1,638.14 kg. Con respecto a la primera fecha, con 1,069.05 kg, representó el mayor impacto individual, seguida por la del 30 de mayo con 569.09 kg. Esto demuestra que la movilización colectiva del plantel es drásticamente más efectiva que las jornadas aisladas.

Residuos Críticos: El PET y vidrio son los materiales reciclables con mayor peso después de la mezcla general.

Análisis de Composición de Residuos Urbanos.

Datos de predominancia de materiales sintéticos y residuos de gran volumen. La distribución de los componentes se describe a continuación en la Tabla 4:

1. Predominancia de Polímeros y Caucho.

El plástico representa la mayor carga física del estudio con 1,055.6 kg, consolidándose como el principal contaminante por peso. A esto se suma el impacto de las llantas, que con 600 kg constituyen el segundo residuo más pesado, evidenciando una problemática de disposición de artículos de gran tamaño. El PET y sus derivados (tapas y plástico rígido) suman un total de 88 kg, una cifra comparativamente baja respecto al plástico mixto, pero significativa por su potencial de reciclaje.

2. Residuos de Manejo Especial y Mezclas.

Se registró una cantidad considerable de basura general (mezcla) con 404.8 kg, lo que indica dificultades en la separación en fuente. Asimismo, los residuos de manejo especial alcanzaron los 315.5 kg, subrayando la necesidad de protocolos de gestión específicos para materiales que no pueden ser tratados como desechos convencionales.

3. Materiales Reciclables y Otros Componentes.

El vidrio figura como un componente relevante con 328.5 kg, seguido por el papel y cartón con 126.9 kg. En contraste, los metales (aluminio, corcholatas y otros metales) presentan una menor incidencia física, sumando apenas 35.6 kg. Finalmente, destaca la presencia de 4.87 kg de colillas, una cifra que, aunque baja en peso, representa un alto impacto de toxicidad química por unidad.

Tabla 4

Registro de residuos sólidos urbanos recolectados en un semestre (seis meses) de acuerdo con su clasificación, y cantidades totales en kg

Clasificación residuos	Cantidad totales Kg
General (mezcla)	404.8
PET	77.2
Tapas (PET)	4.7
Plástico	1,055.6
Pla. Rígido semi	6.1
Unicel	2.2
Colillas	4.87
Metal	3.8
Corcholatas	2.8
Aluminio	29
Vidrio	328.5
Textil	31.8
Papel/Cartón	126.9
Madera	0
Manejo especial	315.5
Sanitarios	17.4
Llantas	600

Nota. Elaboración propia con datos del Programa de Limpieza de Playas del CETMAR No. 12.

Evaluación de la magnitud y las repercusiones: 4.87 kilogramos de toxicidad silenciosa

En el mundo de la gestión de residuos, se busca atender las grandes masas: toneladas de plástico o vertidos industriales. Sin embargo, un dato reciente obliga a cambiar la escala de la preocupación: la recolección de 4.87 kg de colillas de cigarrillo en ls costas.

A simple vista, cinco kilogramos podrían parecer una cifra menor. No obstante, al analizar la naturaleza de este residuo, la cifra se vuelve alarmante. Debido a que una colilla seca pesa en promedio entre 0.2 y 0.25 gramos, se habla de una cifra estimada de 19,000 unidades retiradas del ecosistema en seis meses, este dato representa una amenaza multidimensional.

La gravedad de este hallazgo no reside en su masa, sino en su composición química y su persistencia en la contaminación del suelo, microplásticos y degradación del suelo. La importancia de la intervención, retirar casi cinco kilogramos de colillas del ambiente no es

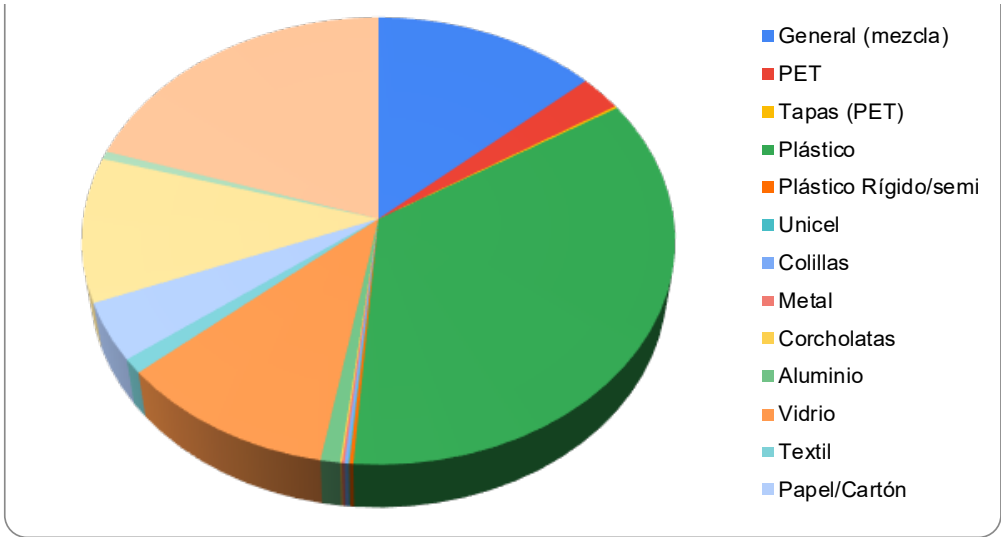
solo un acto de limpieza estética. Es una intervención crítica que detiene la liberación de metales pesados y evita que miles de fragmentos sintéticos entren de forma irreversible en el ciclo biológico.

A continuación, se muestra el análisis de la composición de residuos sólidos recolectados que revela una predominancia crítica de materiales sintéticos en la siguiente gráfica. Los plásticos constituyen la categoría principal, representando el 35 % del total de la muestra. A esta cifra se suma un 20 % correspondiente a llantas, lo que indica que más de la mitad de los residuos analizados poseen un origen polimérico o elastómero de lenta degradación.

Por otro lado, la basura en general ocupa el 13 %, seguida por el vidrio con un 11 %. En cuanto a los materiales que requieren protocolos específicos, los residuos de manejo especial alcanzan un 10 %, mientras que el PET a pesar de su alta visibilidad en entornos urbanos registró la menor incidencia con un 3 % del volumen total evaluado.

Figura 2

Porcentajes de datos en su composición más dominantes



Nota. Elaboración propia con datos del Programa de Limpieza de Playas del CETMAR No. 12.

Análisis de impacto y hallazgos

Los resultados obtenidos evidencian una correlación directa entre los hábitos de consumo local y el deterioro de los ecosistemas costeros en Manzanillo. La prevalencia de envases de consumo inmediato sugiere una deficiencia en la cultura de disposición final de residuos, donde los desagües urbanos, ríos y arroyos actúan como vectores de transporte de desechos hacia el litoral. Este fenómeno no es aislado; de manera general, se considera que la adecuada gestión de residuos urbanos constituye el desafío fundamental para proteger la biodiversidad en estas zonas.

Un hallazgo crítico en este estudio es la presencia sistemática de neumáticos fuera de uso (NFU) en el recinto portuario y áreas adyacentes. De acuerdo con los lineamientos de la Secretaría de Salud y la SEMARNAT, esta acumulación trasciende el impacto visual y ecológico, constituyéndose como un problema de seguridad sanitaria. Los neumáticos representan microhábitats ideales para la proliferación de vectores de enfermedades virales como el Dengue, Zika y Chikungunya.

Desde la perspectiva de las políticas públicas, la gestión inadecuada de estos residuos de difícil degradación contraviene los objetivos de responsabilidad social y sustentabilidad ambiental. La persistencia de estos materiales en el ecosistema costero exige una reevaluación de las estrategias de manejo integral, posicionando la labor del CETMAR 12 no solo como un esfuerzo educativo, sino como una intervención necesaria de salud pública y remediación ambiental en el marco de la Agenda 2030 (Naciones Unidas, 2015).

Los hallazgos de este estudio subrayan la necesidad de transitar de una educación ambiental informativa hacia una Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), que fomente una responsabilidad compartida entre la institución y la comunidad.

Correlación entre consumo y deterioro ecosistémico

La alta prevalencia de residuos derivados del consumo local refleja una desconexión entre la ciudadanía y su entorno inmediato. Según la literatura sobre Psicología Ambiental (Novo, 2009), la falta de gestión de residuos en el origen (calles y ríos) responde a una percepción del ecosistema costero como un receptor infinito de desechos. En este sentido, el CETMAR 12 actúa como un nodo de intervención que no solo limpia, sino

que busca reconfigurar el tejido social a través de la formación de estudiantes como agentes de cambio.

Gestión de riesgos y salud pública: El Caso de los NFU.

La acumulación de Neumáticos Fuera de Uso (NFU) representa un riesgo epidemiológico crítico. Al respecto, la SEMARNAT (2025) clasifica a estos residuos como de Manejo Especial, lo que obliga a una gestión técnica que evite la creación de criaderos para el mosquito *Aedes aegypti*. La intervención educativa aquí es dual:

- Preventiva: Sensibilizar sobre la eliminación de criaderos.
- Técnica: Impulsar modelos de economía circular para el aprovechamiento de neumáticos.

Lo académico y la responsabilidad social

Desde la perspectiva del debate académico contemporáneo, la contaminación en ciudades portuarias como Manzanillo se analiza bajo el concepto de "Metabolismo Urbano". Los residuos encontrados son subproductos de un sistema que no ha integrado políticas públicas de reducción efectivas. Al alinear estas acciones con la Agenda 2030 (ODS 12: Producción y Consumo Responsables y ODS 14: Vida Submarina), el CETMAR 12 eleva su rol de gestor ambiental a una entidad de cumplimiento normativo y responsabilidad social institucional.

Conclusiones

La presente investigación demuestra que la problemática de los residuos sólidos urbanos en el litoral de Manzanillo trasciende a la degradación estética, constituyéndose como un desafío crítico de salud pública y sostenibilidad ecosistémica.

1. Dominancia del Plástico de Consumo: El 35 % de los residuos son plásticos de un solo uso y están directamente relacionados con las actividades de esparcimiento en la playa (alimentos y bebidas), indicando un déficit en la cultura de la disposición de basura por parte de las personas visitantes y vendedoras.

2. Riesgo Ambiental Específico: Manzanillo como uno de los puertos más importantes de México, maneja un alto volumen de transporte de carga, lo que inevitablemente genera un gran número de neumáticos de desecho, tanto de vehículos locales como posiblemente de inspecciones y reemplazos asociados a la actividad portuaria.

Dentro de esta investigación se detectó la falta de espacios y gestión de residuos deficiente en el municipio, agregando la contaminación marina y descargas fluviales. Necesidad de Intervención Educativa: La solución no se limita a la limpieza, sino que requiere una intervención social y regulatoria; sanciones que inviten a modificar el comportamiento de quienes usan las playas y en la comunidad.

3. Trabajando alineados al Plan de Acción Estratégico de México para el Decenio de las Naciones Unidas de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible para el desarrollo sostenible 2021-2030. “Protegiendo nuestros océanos para las generaciones futuras”.

Los resultados obtenidos permiten concluir que la principal fuente de contaminación es de origen antropogénico local, turístico y portuario**,** exacerbada por una gestión de residuos de manejo especial (como neumáticos) y micro residuos (colillas de cigarro) que actualmente operan fuera de un control efectivo.

Desde la perspectiva pedagógica, este estudio valida la eficacia del Proyecto Escolar Comunitario (PAEC) como una herramienta de aprendizaje situado. Al integrar el Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (MCCEMS) con la problemática real del entorno, se logró transformar la limpieza de playas en un ejercicio de ciencia ciudadana. La participación de los 480 estudiantes del CETMAR No. 12 no solo generó una base de datos técnica bajo estándares normativos (NMX-AA-015-1985), sino que fomentó la responsabilidad social y el pensamiento crítico, pilares fundamentales de la Nueva Escuela Mexicana.

Finalmente, se establece que la educación ambiental debe evolucionar de la concientización teórica a la intervención técnica. La metodología aquí implementada sirve como modelo para otros centros educativos costeros, demostrando que la comunidad educativa puede y debe actuar como un agente de monitoreo ambiental activo. Es importante sumar esfuerzos con las autoridades municipales para integrar estos diagnósticos

ciudadanos en el diseño de políticas públicas, asegurando que el dinamismo económico de Manzanillo no comprometa la integridad de su patrimonio natural.

Recomendaciones

El Programa Playas Limpias "Mi responsabilidad social con la escuela y comunidad", del Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No. 12 (CETMAR 12), funge como un agente activo de cambio en materia ambiental en Manzanillo, Colima. Con un firme compromiso hacia el equilibrio ecológico de la región, la institución desarrolla y coordina las siguientes iniciativas:

1. Diseñar una campaña de concientización dirigida: Crear material informativo (videos cortos) enfocado en los siete residuos más encontrados: Plásticos, Llantas, vidrio, material de manejo especial, PET, papel y cartón. Realizar difusión en redes sociales de las acciones realizadas.
2. Promover infraestructura de reciclaje: Colaboración con el Ayuntamiento de Manzanillo para instalar contenedores de basura diferenciados (orgánico, inorgánico reciclable) en puntos estratégicos de las playas con mayor afluencia de turistas.
3. Impulsar la regulación local: Presentar los resultados de esta investigación a las autoridades municipales para solicitar la prohibición o regulación estricta de los desechos de plásticos, y la aplicación de multas por arrojar neumáticos en las playas, ríos, lagunas y arroyos.
4. Extender el Monitoreo a Microplásticos: Como estudio de seguimiento, se recomienda aplicar una metodología para cuantificar los microplásticos en la arena, dada la alta proporción de plásticos fragmentados encontrados.
5. Colaborar en la cultura de ambiental: Los datos recolectados de las colillas de cigarro, son un recordatorio de que, en la lucha contra la contaminación, el impacto no se mide solo por la báscula, sino por la toxicidad acumulada que logramos evitar.
6. Trabajar en colaboración con el Comité Estatal Colima Decenio: Formula y ejecuta acciones prioritarias para el Estado de Colima, tomando como referente el Plan de Acción Estratégico de México para el Decenio de las Ciencias Oceánicas 2021-2030.

La Integración curricular: Se incorpora al programa del Nuevo Marco Curricular Común de Educación Media Superior la metodología de recolección, muestreo y clasificación de residuos como práctica de seguimiento en las asignaturas de las cinco carreras técnicas, impulsando la estrategia de vida saludable en la comunidad estudiantil, cumpliendo con los objetivos de responsabilidad social y la vinculación gubernamental, para establecer mecanismos de transferencia de información con el Ayuntamiento de Manzanillo y las autoridades portuarias, en la generación de datos reales que pueden servir como base para el diseño de políticas públicas municipales en Manzanillo.

Agradecimientos

Expreso mi reconocimiento a las y los estudiantes, docentes, directivos, administrativos y personal de apoyo del Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No. 12, de Manzanillo, Colima, quienes participaron activamente en la recolección en campo, el pesaje, la clasificación y el registro sistemático de los residuos sólidos urbanos durante las jornadas de monitoreo y limpieza de playas. Su esfuerzo, disciplina y compromiso social como parte del proyecto comunitario “Mi responsabilidad social con la escuela y comunidad” fueron fundamentales para la obtención de los datos que sustentan este trabajo. Al transitar de la simple recolección al análisis de información, demostraron ser agentes de cambio y protagonistas de su propio aprendizaje, contribuyendo de manera invaluable a la generación de evidencia científica orientada a la gestión ambiental local.

Declaraciones éticas

Declaración de uso de inteligencia artificial generativa. Quien suscribe declara haber utilizado Dola y Gemini como herramientas de apoyo en la elaboración del presente capítulo. Quien suscribe asume la responsabilidad plena sobre el contenido final, verificó la exactitud de los datos, cálculos y referencias, y confirma que las herramientas no figuran como autoras.

Declaración de financiamiento. La presente investigación tuvo financiamiento por parte de los recursos propios del Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No.12, Manzanillo, Colima.

Declaración de conflicto de intereses. Quien suscribe declara que no existe conflicto de intereses de carácter financiero, académico, institucional o personal que haya influido en el desarrollo, análisis, interpretación de resultados o elaboración del presente capítulo de investigación.

Declaración de originalidad y envío único. Quien suscribe declara que el capítulo es original, no ha sido publicado previamente en ningún medio impreso o digital y no se encuentra en proceso de revisión en otra publicación. Todas las fuentes consultadas se citan conforme a las normas APA, séptima edición. No se incurre en autoplagio ni en reproducción no autorizada de material ajeno. El estudio se realizó en el marco institucional del CETMAR No. 12, cuya colaboración se reconoce en el apartado de financiamiento.

Declaración de ética de la investigación con personas. La participación del estudiantado se realizó en el marco de una actividad formativa curricular vinculada al Programa Aula, Escuela y Comunidad, y no como intervención experimental sobre personas. Al tratarse mayoritariamente de personas menores de edad, se contó con el asentimiento del estudiantado y el consentimiento informado de madres, padres o personas tutoras, documentado mediante los formatos de permiso resguardados por la institución. El protocolo fue avalado por la dirección del CETMAR No. 12 conforme a sus lineamientos internos de seguridad escolar; la institución no cuenta con comité de ética en investigación.

Contribución de autoría (CRediT). Blanca Marthy Gallardo Jiménez: conceptualización, metodología, investigación, curación de datos, análisis formal, visualización, administración del proyecto, redacción (borrador original) y redacción (revisión y edición).

Declaración de permisos de terceros. Las tablas 1 a 4 y las figuras 1 y 2 son de elaboración propia a partir de los registros del Programa de Limpieza de Playas del CETMAR No. 12. El capítulo no reproduce material sujeto a derechos de terceros ni imágenes de personas identificables.

Referencias

COFEPRIS. (2019). *Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/453988/Comunicado_de_Prensa_270-19.pdf

Dirección General de Bachillerato. (s.f.). *Programa Aula, Escuela y Comunidad (PAEC)*. https://sites.google.com/dgb.edu.mx/implementacion-del-mccems/programa-aula-escuela-comunidad

Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. https://undocs.org/es/A/RES/70/1

Novo, M. (2009). La educación ambiental: una genuina educación para el desarrollo sostenible. *Revista de Educación*, (Extra 1), 195–218. https://www.educacionfpydeportes.gob.es/dam/jcr:8998f1e4-65d7-40dd-9469-7945013994e8/re200909-pdf.pdf

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. (1985). *Protección al ambiente - Contaminación del suelo - Residuos sólidos municipales - Muestreo - Método de cuarteo (NMX-AA-015-1985)*. Dirección General de Normas.

Secretaría de Educación Pública. (s.f.). *Acuerdo número 09/08/23 por el que se establece y regula el Marco Curricular Común de la Educación Media Superior*. Diario Oficial de la Federación. https://sidof.segob.gob.mx/notas/docFuente/5699835

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2025). *Estrategia Nacional de Limpieza y Conservación de Playas y Costas de México 2025–2030*. Gobierno de México. https://www.gob.mx/semarnat/documentos/estrategia-nacional-de-limpieza-y-conservacion-de-playas-y-costas-de-mexico

Secretaría de Salud. (2025). *Estrategia Nacional Vida Saludable / Vive Saludable, Vive Feliz*. Gobierno de México. https://educacionbasica.sep.gob.mx/subsecretaria-de-educacion-basica-informa-sobre-la-estrategia-vive-saludable-vive-feliz

Subsecretaría de Educación Media Superior. (2023). *Acuerdo 17/02/08: El Programa de Trabajo Aula, Escuela y Comunidad (PAEC)*. Secretaría de Educación Pública.

Subsecretaría de Educación Media Superior. (2023). *Programa Aula, Escuela y Comunidad (PAEC).* Secretaría de Educación Pública. https://dgetaycm.sep.gob.mx/storage/recursos/2023/07/PFoaJqfNyI-PAEC_COSFAC_290623%20VF.pdf