



# Mejores prácticas para la gestión de residuos sólidos: Una Guía para los responsables de la toma de decisiones en los países en vías de desarrollo

Octubre de 2020  
EPA 530-R-20-002-S

# Mejores prácticas para la gestión de los residuos sólidos:

## Una Guía para los responsables de la toma de decisiones en los países en vías de desarrollo

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

Oficina de Conservación y Recuperación de Recursos

Final

Octubre de 2020

*Notificación: La mención de nombres comerciales, productos, recursos o servicios no pretende expresar, y no debe ser interpretada como una expresión de la aprobación oficial, el respaldo o la recomendación de la EPA. A menos que se indique lo contrario, las fotografías incluidas en este documento fueron obtenidas por EPA y sus contratistas, o a través de distribuidores de banco de imágenes.*



# Índice

<b>Lista de estudio de casos</b> .....	<b>iii</b>
<b>Lista de casos concretos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Lista de puntos clave</b> .....	<b>v</b>
<b>Acrónimos y abreviaturas</b> .....	<b>vi</b>
<b>Reconocimientos</b> .....	<b>vii</b>
<b>1. Introducción</b> .....	<b>1</b>
1.1. Contenido de la Guía.....	4
1.2. Cómo usar la Guía.....	5
<b>2. Comprensión de la necesidad de gestionar los residuos sólidos</b> .....	<b>7</b>
2.1. ¿Por qué es importante la gestión de residuos sólidos?.....	9
2.2. Desafíos comunes .....	10
<b>3. Enfoques</b> .....	<b>15</b>
3.1. ¿Por qué es importante una jerarquía de enfoques de gestión de residuos sólidos? .....	17
3.2. Elementos de la jerarquía de gestión de residuos sólidos.....	17
<b>4. Inclusión de las partes interesadas</b> .....	<b>19</b>
4.1. ¿Por qué incluir a las partes interesadas?.....	21
4.2. Mejores prácticas.....	22
<b>5. Sistemas de planificación</b> .....	<b>29</b>
5.1. ¿Por qué es importante la planificación para los sistemas de gestión de residuos sólidos? .....	31
5.2. Pasos clave en la planificación.....	31
<b>6. Consideraciones económicas</b> .....	<b>35</b>
6.1. Costos de la gestión de residuos sólidos .....	37
6.2. Financiación interna.....	38
6.3. Financiamiento externo.....	39
6.4. Contrataciones con el sector privado.....	43
6.5. Responsabilidad extendida del productor .....	43
<b>7. Caracterización de los residuos</b> .....	<b>47</b>
7.1. ¿Por qué es importante la caracterización de los residuos?.....	49
7.2. Mejores prácticas.....	50
<b>8. Prevención y minimización</b> .....	<b>59</b>



8.1. ¿Qué es la prevención y minimización de residuos?.....	61
8.2. ¿Por qué es importante la prevención y la minimización de los residuos?.....	61
8.3. Cómo incorporar la prevención y la minimización a la gestión de residuos.....	61
<b>9. Separación, recolección y transporte.....</b>	<b>65</b>
9.1. ¿Por qué es importante la recolección?.....	67
9.2. Desafíos.....	68
9.3. Mejores prácticas.....	68
9.4. Basura marina.....	78
<b>10. Gestión de residuos orgánicos.....</b>	<b>81</b>
10.1. ¿Qué son los residuos orgánicos?.....	83
10.2. ¿Por qué enfocarse en los residuos orgánicos?.....	83
10.3. Opciones de tratamiento.....	84
10.4. Mejores prácticas.....	86
<b>11. Reciclaje.....</b>	<b>93</b>
11.1. ¿Qué es el reciclaje?.....	95
11.2. Desafíos.....	96
11.3. Mejores prácticas.....	98
11.4. Reciclaje en el sector informal.....	103
<b>12. Administración de basurales.....</b>	<b>108</b>
12.1. ¿Por qué enfocarse en los vertederos abiertos?.....	109
12.2. Mejores prácticas.....	111
<b>13. Rellenos sanitarios.....</b>	<b>115</b>
13.1. ¿Qué son los rellenos sanitarios?.....	117
13.2. Mejores prácticas.....	118
<b>14. Recuperación energética.....</b>	<b>127</b>
14.1. ¿Por qué considerar la recuperación energética?.....	129
14.2. Tipos de recuperación de energía.....	129
14.3. Desafíos.....	130
14.4. Cuándo considerar el WtE.....	131
<b>Bibliografía.....</b>	<b>133</b>
<b>Anexo A: Resumen de recursos clave.....</b>	<b>147</b>
<b>Anexo B: Recursos específicos de la región para la gestión de residuos sólidos.....</b>	<b>153</b>
<b>Anexo C: Herramientas de comunicación/compromiso público.....</b>	<b>154</b>





# Lista de estudio de casos

Número de Anexo	Título	Número de página
4.3	Inclusión de las partes interesadas en Battambang, Camboya	<a href="#">26</a>
4.4	El rol de las asociaciones en la gestión de residuos sólidos en la ciudad de Cebú, Filipinas	<a href="#">27</a>
5.1	Planificación de residuos generados por desastres en Nepal	<a href="#">34</a>
6.2	Asociaciones público-privadas en la Ribera Occidental y Gaza	<a href="#">45</a>
7.2	Caracterización de los residuos en Naucalpan, México	<a href="#">54</a>
8.1	Prevención contra residuos alimentarios en Hong Kong	<a href="#">63</a>
9.7	Esquema de recolección selectiva puerta a puerta en Santos, Brasil	<a href="#">80</a>
10.5	Separación y reciclaje de residuos orgánicos en La Pintana, Chile	<a href="#">91</a>
11.2	Uso de bancos de residuos para procesar materiales reciclables en Indonesia	<a href="#">101</a>
11.3	Recicladores independientes de residuos en la ciudad de Ho Chi Minh, Vietnam	<a href="#">102</a>
11.5	Incorporación de trabajadores del sector informal a las actividades de gestión de residuos sólidos en Bangalore, India	<a href="#">106</a>
12.2	Rehabilitación de vertederos en Delhi Oriental, India	<a href="#">114</a>
13.4	Desarrollo de una hoja de ruta para la transición a un relleno sanitario de ingeniería en San Cristóbal, República Dominicana	<a href="#">125</a>



# Lista de casos concretos

Título	Número de página
Compromiso con el sector informal en Perú	<a href="#">23</a>
Incorporación de la gestión de residuos sólidos a las clases de escuela primaria en Camboya	<a href="#">24</a>
Ejemplos de ensayos de viabilidad	<a href="#">33</a>
Establecimiento de cargos de recolección variables vinculados al nivel socioeconómico	<a href="#">39</a>
Bonos climáticos para la gestión de residuos sólidos	<a href="#">41</a>
Responsabilidad extendida del productor en Sudáfrica	<a href="#">43</a>
Kampala, estudio de caracterización de residuos en Uganda	<a href="#">51</a>
Obstrucción de drenajes	<a href="#">67</a>
Recolección puerta a puerta en Trichy, India	<a href="#">69</a>
Recolección comunal en Addis Ababa, Etiopía	<a href="#">70</a>
Vehículos eléctricos de recolección en Río de Janeiro, Brasil	<a href="#">75</a>
Santa Juana, recolección selectiva en origen en Chile	<a href="#">84</a>
Reglas de la gestión de residuos sólidos en la India	<a href="#">86</a>
San Pablo, estrategia de gestión de residuos orgánicos en Brasil	<a href="#">87</a>
Compostaje en Dhaka, Bangladesh	<a href="#">89</a>
Programa de reciclaje de Túnez	<a href="#">97</a>
Política nacional de residuos sólidos de Brasil	<a href="#">99</a>
Incorporación del sector informal en las actividades de gestión de residuos sólidos en Dakar, Senegal	<a href="#">105</a>
Cierre de vertederos abiertos en Omán	<a href="#">112</a>
Generación de energía a partir de gas de vertederos en San Pablo, Brasil	<a href="#">121</a>
Asociaciones público-privadas en China	<a href="#">130</a>



# Lista de puntos clave

Título	Número de página
Basura marina y medio ambiente	<a href="#">9</a>
Las ciudades pueden sacar provecho de los centros de excelencia para desarrollar capacidades	<a href="#">13</a>
Las cinco P para la gestión de residuos sólidos	<a href="#">32</a>
Tipos de acuerdo con el sector privado	<a href="#">42</a>
Riesgos asociados con el sobredimensionamiento de las instalaciones de tratamiento de residuos	<a href="#">53</a>
Desafíos de la implementación de políticas de prevención y minimización de residuos	<a href="#">62</a>
Cobertura de la recolección frente a eficiencia de la recolección	<a href="#">68</a>
Vertederos abiertos, controlados y sanitarios	<a href="#">109</a>
Campaña para el cierre de vertederos	<a href="#">113</a>
Manejo de residuos especiales	<a href="#">118</a>
Factores a considerar al determinar el costo de los vertederos	<a href="#">119</a>
Pasos clave para la recolección y el tratamiento de lixiviados	<a href="#">122</a>



# Acrónimos y abreviaturas

<b>DA</b>	Digestión anaeróbica
<b>CBI</b>	Iniciativa de Bonos Climáticos
<b>CCAC</b>	Coalición de Aire Limpio y Clima
<b>CEC</b>	Comisión para la Cooperación Medioambiental
<b>REP</b>	Responsabilidad extendida del productor
<b>e-waste</b>	Residuos electrónicos
<b>IGM</b>	Iniciativa Global de Metano
<b>Guía</b>	<i>Mejores prácticas para la gestión de residuos sólidos: Una Guía para los responsables de la toma de decisiones en los países en vías de desarrollo</i>
<b>ISWA</b>	Asociación Internacional de Residuos Sólidos
<b>JSC-H&amp;B</b>	Consejo de Servicios Conjuntos para Hebrón y Belén
<b>LFG</b>	Gas de vertedero
<b>MRF</b>	Instalación de recuperación de materiales
<b>ONG</b>	Organización no gubernamental
<b>TEP</b>	Tereftalato de polietileno
<b>PETCO</b>	PET Recycling Company NPC
<b>PPP</b>	Asociación público-privada
<b>RR</b>	Respuesta rápida
<b>S.M.A.R.T.</b>	Específico, medible, alcanzable, relevante y oportuno
<b>PNUMA</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
<b>EPA de EE. UU.</b>	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
<b>WtE</b>	Conversión de residuos a energía



# Reconocimientos

La Oficina de Conservación y Recuperación de Recursos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA de EE. UU.) ha desarrollado las *Mejores prácticas para la gestión de los residuos sólidos: Una Guía para los responsables de la toma de decisiones en los países en vías de desarrollo* (Guía) basada en la extensa historia de la EPA de EE. UU. de apoyo a las prácticas y políticas de la gestión de residuos sólidos para proteger la salud humana y el medio ambiente. Bajo el contrato EP-W-10-054, la EPA de EE. UU. recibió apoyo gráfico, editorial, de producción y para el desarrollo de contenido por parte de Abt Associates, con el considerable apoyo la consultora independiente Nimmi Damodaran.

Las siguientes personas y organizaciones brindaron su apoyo para el desarrollo de esta Guía:

## Organizaciones internacionales

Centro Internacional de Tecnología Ambiental del Programa Ambiental de las Naciones Unidas (Keith Alverson)

Agencia Alemana de Medio Ambiente (Anja Schwetje)

Programa Ambiental de las Naciones Unidas (Sandra Mazo-Nix)

Asociación Internacional de Residuos Sólidos (Aditi Ramola)

Ciudades del C40 (Ricardo Cepeda)

Banco Mundial (Silpa Kaza)

Agencia de Protección Ambiental de Suecia (Åsa Bergèrus Rensvik)

Instituto de Energía y Recursos (Sourabh Manuja)

Asociación Brasileña de Empresas de Higiene y Residuos Especiales (Gabriela Otero)

Centro para las Políticas de Aire Limpio (Gerardo Canales)

Centro para la Economía Circular y el Cambio Climático (Goran Vujic)

Instituto de Estrategias Ambientales Globales (Premakumara Jagath Dickella Gamaralage)

Universidad George Mason (Kuo Tian)

## EPA de EE. UU.

Krystal Krejcik

Lia Yohannes

Brandon Bray

Chris Cariseullo

Swarupa Ganguli

Tom Frankiewicz

Stephanie Adrian

Andrew Horan

Janice Sims

Al Korgi

Laura McMillan

Pam Swingle

Chris Newman

Paul Reusch





# 1 INTRODUCCIÓN









## Sección 1

# Introducción

La gestión de residuos sólidos es un problema local con consecuencias globales. A medida que la población mundial continúa creciendo, también crece la cantidad de residuos producidos. En 2015, el mundo generó 2000 millones de toneladas métricas de residuos sólidos. Se espera que este número crezca a 3400 millones de toneladas métricas para el 2050. En los países de bajos ingresos, se espera que la cantidad de residuos aumente más de tres veces para el 2050 (Kaza et al. 2018). A medida que aumenta la generación de residuos, también aumenta la importancia de contar con un sistema de gestión de residuos sólidos efectivo. Sin embargo, las ciudades y los gobiernos locales enfrentan muchos desafíos al momento de gestionar adecuadamente sus residuos sólidos. Como resultado, se estima que al menos 2 mil millones de personas viven en áreas que carecen de recolección de residuos y dependen de vertederos no controlados (PNUMA e ISWA 2015). Los sistemas de gestión de residuos sólidos inadecuados presentan riesgos graves para la salud humana, el medio ambiente y las economías en muchas ciudades.

*Las mejores prácticas para la gestión de residuos sólidos: Una Guía para los encargados de tomar decisiones en países en vías de desarrollo* (Guía) se centra en las mejores prácticas para la gestión de residuos sólidos en centros urbanos medianos y grandes en países en vías de desarrollo (generalmente denominados "ciudades" en la Guía), dado que enfrentan los desafíos más sustanciales relacionados con la gestión de residuos sólidos. Dadas sus proyecciones de generación de desperdicios, estos desafíos solo se volverán más agudos en el futuro; los responsables de la toma de decisiones tienen la oportunidad de tomar medidas importantes y efectivas. Algunas partes de la Guía también pueden aplicarse a aldeas rurales, pueblos u otras jurisdicciones pequeñas. La audiencia principal de la Guía son las autoridades gubernamentales estatales y locales en estas ciudades. Estas autoridades generalmente incluyen a los responsables de la toma de decisiones, los responsables de formular políticas y el personal de la agencia que participa en la gestión de residuos sólidos. Algunos aspectos de la Guía podrían aplicarse a otras partes interesadas, como organizaciones no gubernamentales, actores del sector privado o residentes.




Esta Guía no pretende ser un manual de implementación paso a paso, pero hace referencia a muchos manuales que sí lo son, y a otros recursos que las autoridades locales y los responsables de la toma de decisiones pueden consultar para obtener orientación técnica más detallada. Los enfoques que pueden tener éxito en una ciudad o región pueden no funcionar en todas partes, por lo que la Guía brinda a los responsables de la toma de decisiones la información y los recursos para mejorar la gestión de residuos sólidos dentro de su contexto particular.


Esta Guía contiene dos tipos de información. El primero ofrece información sobre aspectos comunes de la gestión de residuos sólidos que se pueden aplicar a todo un sistema de gestión de residuos sólidos. El segundo describe elementos clave de un sistema de gestión de residuos sólidos.





## Contenido de la Guía


La siguiente página resume las secciones de la Guía:


- 


**Comprensión de la necesidad de gestionar los residuos sólidos.** La Sección 2 describe los beneficios de una mejor gestión de residuos sólidos e identifica algunos de los desafíos principales que enfrentan los países en vías de desarrollo al lidiar con residuos sólidos.
- 


**Enfoques.** La Sección 3 presenta la jerarquía de la gestión de residuos sólidos y explica sus fundamentos.
- 

**Inclusión de las partes interesadas.** La Sección 4 describe las mejores prácticas para identificar y relacionarse con las partes interesadas para apoyar un sistema de gestión de residuos sólidos efectivo.
- 


**Sistemas de planificación.** La Sección 5 introduce conceptos clave asociados con la planificación de sistemas de gestión de residuos sólidos efectivos.
- 

**Consideraciones económicas.** La Sección 6 describe las distintas maneras en las que las ciudades pueden costear los programas y proyectos de gestión de residuos sólidos, incluido el uso de fuentes internas de ingresos y el acceso a financiamiento externo.
- 


**Caracterización de los residuos.** La Sección 7 incluye información sobre qué categorías considerar, qué información recopilar y cómo garantizar la calidad de los datos.
- 

**Prevención y minimización.** La Sección 8 incluye estrategias para reducir los residuos originados en diversas fuentes.
- 


**Separación, recolección y transporte.** La Sección 9 incluye información sobre la recolección primaria (p. ej., de hogares) y secundaria utilizando estaciones de transferencia (también denominadas centros de recolección de residuos; estas son instalaciones descentralizadas donde se clasifican y transfieren los residuos).




**Gestión de residuos orgánicos.** La Sección 10 incluye información sobre los tipos de tratamiento (p. ej., compostaje y digestión anaeróbica), políticas y programas para apoyar las estrategias de desvío.




**Reciclaje.** La Sección 11 incluye la descripción de los tipos de materiales reciclables, estrategias para promover el reciclaje y consideraciones en relación a la infraestructura y políticas.



**Administración de basurales.** La Sección 12 incluye enfoques para pasar de un vertedero abierto a uno controlado y, en última instancia, para cerrar vertederos.



**Rellenos sanitarios.** La Sección 13 incluye enfoques y aspectos clave sobre la planificación, el diseño, la operación y el cierre de un vertedero sanitario. También aborda la recuperación y el uso de la energía de gas de vertederos, un aspecto clave de los rellenos sanitarios.




**Recuperación energética.** La Sección 14 ofrece información sobre la combustión de residuos y la generación de energía.

### Bibliografía


**Anexo A:** Resumen de recursos clave

**Anexo B:** Recursos específicos de la región para la gestión de residuos sólidos

**Anexo C:** Herramientas de comunicación/ compromiso público



Puede utilizar el ícono "Inicio" para acceder a la página de "Secciones de la guía" en cualquier momento.



También puede utilizar el ícono "Atrás" para regresar a la página que visitó más recientemente.

## Cómo usar la Guía



**Los estudios de casos**  
 Los estudios de casos describen en detalle los proyectos o actividades realizados en ciudades en todo el mundo



**Los ejemplos concretos**  
 Los ejemplos concretos ofrecen ejemplos breves de proyectos o actividades en todo el mundo

**Figura 4.3. ESTUDIO DE CASO**

**Inclusión de las partes interesadas en Battambang, Camboya**

En 2011, la ciudad de Battambang, Camboya, lanzó un esfuerzo para revisar su sistema de gestión de residuos sólidos. La ciudad, que alberga a más de 150 000 personas, enfrentaba varios desafíos comunes con relación a la gestión de residuos sólidos, entre ellos, un presupuesto operativo insuficiente, una cobertura de recolección baja, quema de residuos y problemas relacionados con la medioambiental y la salud pública. Battambang se asoció con diversas ONG, la Organización Cambojana de Educación y Gestión de residuos y el Instituto de Estrategias Ambientales Globales para definir sus desafíos en cuanto al manejo de residuos sólidos, para incluir a más grupos de partes interesadas y con el fin de diseñar estrategias para un manejo eficaz de los residuos sólidos.

Battambang involucró a una variedad de grupos fundamentales de partes interesadas como parte de este proceso, incluidos los siguientes:

- El personal del gobierno local participó en un intercambio de información entre ciudades con Phitsanulok, Tailandia. Este intercambio ayudó al personal del gobierno local a formar una estrategia preliminar para la gestión de residuos sólidos, con el beneficio de las experiencias y la retroalimentación de sus colegas tailandeses.
- Las ONG, en particular la Organización de Educación y Gestión de residuos de Camboya, ayudaron a facilitar el proceso y apoyar al gobierno local.
- Los recolectores de residuos del sector privado CINTR y Lang Lin fueron socios fundamentales en el esfuerzo de participación, ya que Battambang no opera ningún servicio de recolección por sí misma. Por tanto, esencialmente, la ciudad se comprometió a obtener mejores servicios de recolección. CINTR también posee y opera el vertedero de la ciudad.
- Los generadores de residuos comerciales, incluidos varios mercados, acordaron participar en un proyecto piloto de segregación de residuos según sea con la Organización de Educación y Gestión de residuos de Camboya y CINTR.
- Los generadores de residuos residenciales fueron incluidos a través de la instalación de nuevos contenedores de residuos y señalización, la distribución de folletos, anuncios de voz, talleres comunitarios y un proyecto piloto. Tarifas razonables, basadas en servicios de recolección mejorados, tenían como objetivo reducir la quema de residuos. El proyecto piloto identificó la necesidad de mayor educación y difusión acerca de la segregación de residuos.
- Los trabajadores informales del reciclaje operaban en el vertedero local en condiciones inseguras, incluyendo los incendios en instalaciones de residuos. Los trabajadores participaron en una sesión de capacitación voluntaria sobre los impactos en la salud y el medio ambiente de los almacenados en instalaciones de residuos y como estigmas. Además, varios trabajadores informales del reciclaje ahora son empleados en la planta de separación de residuos orgánicos.

El documento, *Enfoque participativo de la gestión de residuos para la mitigación del cambio climático: El caso de la ciudad de Battambang* (GES y PHNMA 2018) proporciona información adicional.

**CASO CONCRETO**

**Incorporar la gestión de residuos sólidos en las lecciones de la escuela primaria en Camboya**

Incluir la gestión de residuos sólidos en los planes de estudios escolares es una manera importante de crear conciencia entre la población juvenil. El Instituto de Estrategias Ambientales Globales y el Programa Ambiental de las Naciones Unidas desarrollaron una serie de planes de lecciones para maestros de escuelas primarias en Camboya, con la intención de agregar la educación ambiental y la gestión de residuos a su plan de estudios. Los estudiantes pueden tomar lecciones sobre reducción de residuos, separación en origen, reciclaje y compostaje, y aplicarlas en sus propios hogares.

Para obtener más información, consulte la guía de Institute de estrategias ambientales (Instituto para Phnom Penh, Camboya (Tapasa y Gornaraige 2018)).

Intégrese en los planes de estudios de la escuela y la universidad para llegar a la población juvenil y fomentar buenas prácticas de gestión de residuos.

El Anexo C incluye una variedad de herramientas de comunicación y participación pública.

**Preguntas para los responsables de la toma de decisiones**

- ¿Cuáles son los problemas o áreas de interés fundamentales para el proyecto?
- ¿Quiénes son los grupos de partes interesadas clave?
- ¿Cuál podría ser su nivel de interés?
- ¿Quiénes son los contactos clave para los grupos?
- ¿Cuáles son los mejores mecanismos para interactuar con estos grupos?
- ¿Existen grupos que se opondrían o podrían verse afectados por cambios en la gestión de residuos sólidos?
- ¿Cómo se incluirán las partes interesadas durante la duración del proyecto?

✓ **Las mejores prácticas**  
 Las mejores prácticas destacan las opciones y los beneficios de la gestión de residuos sólidos

? **Preguntas**  
 Preguntas para los responsables de la toma de decisiones al momento de evaluar las opciones para mejorar la gestión de residuos sólidos







- Recursos clave**
- 1 Gestión de residuos sólidos (Solid Waste Management) (PNUMA 2005a)
  - 2 El peso de las naciones: Eflujos de material de las economías industriales. (The Weight of Nations: Material Outflows from Industrial Economies) (Matthews et al. 2009)
  - 3 Gestión de materiales sostenibles: El camino por recorrer (Sustainable Materials Management: The Road Ahead) (EPA de EE. UU. 2009)
  - 4 Qué desperdicio 2.0: Un panorama global de la gestión de residuos sólidos para el 2030. (What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2030) (Kaza et al. 2018)
  - 5 Perspectiva global de la gestión de residuos. (Global Waste Management Outlook) (PNUMA y ISWA 2013)

2 Comprensión de la necesidad de gestionar los residuos sólidos

Sección 2

### Comprensión de la necesidad de gestionar los residuos sólidos

Los sistemas de gestión de residuos sólidos están diseñados para proteger el medio ambiente y mejorar las condiciones en ciudades de todo el mundo.

Esta sección analiza los beneficios clave de los sistemas de gestión de residuos sólidos efectivos y los desafíos comunes que impiden que las ciudades establezcan e implementen estos sistemas de manera eficaz.

**¿Por qué es importante la gestión de residuos sólidos?**

La gestión de residuos sólidos inadecuada puede afectar a las ciudades y a sus residentes de muchas maneras. Estos impactos se pueden categorizar generalmente en tres categorías:

- **Salud humana.** La manipulación inadecuada de residuos puede afectar la salud humana (p. ej., la descomposición de los residuos orgánicos atrae roedores, insectos y animales callejeros). En algunas ciudades, la materia fecal humana y la orina no se separan de los residuos sólidos, que atraen insectos y gusanos que propagan enfermedades (p. ej., fiebre tifoidea, cólera). Los mosquitos también planean una preocupación cuando se reproducen entre los residuos sólidos (p. ej., neumáticos usados); los mosquitos pueden ser vectores de enfermedades como la malaria, el dengue y el virus del Zika. Los residuos sólidos mal gestionados y los vertederos abiertos pueden conducir a la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, que son las fuentes comunes para la obtención de agua potable. La quema no controlada de residuos puede provocar emisiones contaminantes, incluidas dioxinas, furanos, carbono negro, metales pesados y materia particulada, muchas de las cuales pueden ser tóxicas para la salud humana (ISWA 2013). Para las poblaciones que viven en contacto directo con los centros de eliminación de residuos o sus proximidades, estos efectos en la salud pueden ser particularmente graves. Para obtener más información sobre los riesgos para la salud de los trabajadores del sector informal que están expuestos a flujos de residuos gestionados inadecuadamente, consulta la sección Reciclaje en el sector informal.
- **Medioambiental.** El control inadecuado del lixiviado, el agua que se filtra a través de los residuos y del que emanan sustancias químicas, puede conducir a la contaminación ambiental de suelos y cuerpos de agua en los vertederos, lo que tiene un efecto en los ecosistemas locales (EPA de EE. UU. 2018d). Los residuos mal gestionados también son una amenaza para los animales callejeros y la vida silvestre, ya que los animales pueden tratar de consumir residuos que contienen restos o residuos de alimentos. La quema abierta de residuos produce emisiones de carbono negro, un componente de materia particulada que tiene un impacto significativo en la calidad del aire regional y el clima global. Los centros de eliminación de residuos liberan metano, lo que contribuye a la formación de ozono a nivel del suelo. Además, el metano es un gas de efecto invernadero.

**PUNTO CLAVE**

**Arena marina y medio ambiente**

La gestión inadecuada de residuos sólidos contribuye al desafío global de la basura marina. De hecho, los estudios sugieren que hasta el 80 por ciento de la basura marina proviene de fuentes terrestres. Para obtener más información sobre fuentes, impactos y estrategias para reducir la basura marina, consulte la sección Basura marina.



**Los cuadros de recursos claves**  
 Los cuadros de recursos proporcionan enlaces a materiales de orientación, herramientas y estudios útiles

**Los iconos con hipervínculos**  
 Los iconos con hipervínculos facilitan la navegación entre temas

**Los cuadros de puntos clave**  
 Los cuadros de puntos clave resaltan conceptos importantes, problemas u otros detalles a tener en cuenta



## 2 COMPRENSIÓN DE LA NECESIDAD DE GESTIONAR LOS RESIDUOS SÓLIDOS







### Recursos clave

-  [Gestión de residuos sólidos \[Solid Waste Management\]](#) (PNUMA 2005a)
-  [El peso de las naciones: Flujos de material de las economías industriales \[The Weight of Nations: Material Outflows from Industrial Economies\]](#) (Matthews et al. 2000)
-  [Gestión de materiales sostenibles: El camino por recorrer \[Sustainable Materials Management: The Road Ahead\]](#) (EPA de EE. UU. 2009)
-  [What a Waste 2.0: Un panorama global de la gestión de residuos sólidos para el 2050 \[What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050\]](#) (Kaza et al. 2018)
-  [Perspectiva global de la gestión de residuos \[Global Waste Management Outlook\]](#) (PNUMA y ISWA 2015)

## Sección 2

# Comprensión de la necesidad de gestionar los residuos sólidos

Los sistemas de gestión de residuos sólidos están diseñados para proteger el medio ambiente y mejorar las condiciones en ciudades de todo el mundo.

Esta sección analiza los beneficios clave de los sistemas de gestión de residuos sólidos efectivos y los desafíos comunes que impiden que las ciudades establezcan e implementen estos sistemas de manera eficaz.

## ¿Por qué es importante la gestión de residuos sólidos?

La gestión de residuos sólidos inadecuada puede afectar a las ciudades y a sus residentes de muchas maneras. Estos impactos se pueden categorizar generalmente en tres categorías:

- **Salud humana.** La manipulación inadecuada de residuos puede afectar la salud humana (p. ej., la descomposición de los residuos orgánicos atrae roedores, insectos y animales callejeros). En algunas ciudades, la materia fecal humana y la orina no se separan de los residuos sólidos, que atraen insectos y gérmenes que propagan enfermedades (p. ej., fiebre tifoidea, cólera). Los mosquitos también plantean una preocupación cuando se reproducen entre los residuos sólidos (p. ej., neumáticos usados); los mosquitos pueden ser vectores de enfermedades como la malaria, el dengue y el virus del Zika. Los residuos sólidos mal gestionados y los vertederos abiertos pueden conducir a la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, que son
- **Medioambiental.** El control inadecuado del lixiviado, el agua que se filtra a través de los residuos y del que emanan sustancias químicas, puede conducir a la contaminación ambiental de suelos y cuerpos de agua en los vertederos, lo que tiene un efecto en los ecosistemas locales (EPA de EE. UU. 2018d). Los residuos mal gestionados también son una amenaza para los animales callejeros y la vida silvestre, ya que los animales pueden tratar de consumir residuos que contienen restos o residuos de alimentos. La quema abierta de residuos produce emisiones de carbono negro, un componente de materia particulada que tiene un impacto significativo en la calidad del aire regional y el clima global. Los centros de eliminación de residuos liberan metano, lo que contribuye a la formación de ozono a nivel del suelo. Además, el metano es un gas de efecto invernadero que

las fuentes comunes para la obtención de agua potable. La quema no controlada de residuos puede provocar emisiones contaminantes, incluidas dioxinas, furanos, carbono negro, metales pesados y materia particulada, muchas de las cuales pueden ser tóxicas para la salud humana (ISWA 2015). Para las poblaciones que viven en contacto directo con los centros de eliminación de residuos o sus proximidades, estos efectos en la salud pueden ser particularmente graves. Para obtener más información sobre los riesgos para la salud de los trabajadores del sector informal que están expuestos a flujos de residuos gestionados inadecuadamente, consulte la sección [Reciclaje en el sector informal](#).



### PUNTO CLAVE

## Basura marina y medio ambiente

La gestión inadecuada de residuos sólidos contribuye al desafío global de la basura marina. De hecho, los estudios sugieren que hasta el 80 por ciento de la basura marina proviene de fuentes terrestres. Para obtener más información sobre fuentes, impactos y estrategias para reducir la basura marina, consulte la sección [Basura marina](#).



contribuye al cambio climático. Para obtener más información sobre los impactos en la calidad del aire y el cambio climático de una gestión de residuos sólidos inadecuada, consulte el sitio web de la [Iniciativa Municipal de residuos sólidos](#) de la Coalición de Aire Limpio y Clima.

- **Socioeconómico.** La gestión de residuos sólidos inadecuada puede ser costosa, tanto en términos de gastos directos como de costos indirectos. La mala gestión de los sistemas de residuos sólidos es una oportunidad perdida para el crecimiento económico, incluido el aumento en los valores de las propiedades y los beneficios turísticos derivados de contar con calles y playas limpias. Los programas que reducen los residuos pueden generar ahorros en los costos de transporte y combustible, así como recuperar costos, si se implementan correctamente. La mejora en la gestión de residuos sólidos puede beneficiar especialmente a las poblaciones altamente vulnerables a través del ahorro de costos en los sistemas de salud pública al prevenir problemas respiratorios, enfermedades de la piel y otros problemas médicos asociadas con la gestión de residuos sólidos inadecuada (ISWA 2015). Para obtener más información sobre la minimización de residuos, consulte la sección [Prevención y minimización](#).

Tomar medidas para mejorar la gestión de residuos sólidos puede ayudar a mitigar estos impactos. Las secciones en este documento que describen las mejores prácticas para la gestión de residuos sólidos proporcionan más detalles sobre los beneficios específicos de cada elemento de las mejores prácticas.

## Desafíos comunes

Las ciudades reconocen los diversos problemas relacionados con la salud, el medio ambiente y otras inquietudes asociadas con una gestión de residuos sólidos inadecuada; sin embargo, enfrentan muchos desafíos en relación a la gestión adecuada de estos residuos. Algunos de los desafíos incluyen:

- **Capacidad y recursos financieros limitados.** Muchas ciudades tienen una capacidad limitada para el financiamiento sostenible de la infraestructura o las operaciones. Las ciudades son a menudo responsables de la implementación, pero no cuentan con los medios o la experiencia financiera suficiente y tienen dificultades con los costos de inversión, el mantenimiento de las instalaciones, el establecimiento de un presupuesto suficiente para los proyectos relacionados con los residuos sólidos o un aumento de costos e ingresos insuficientes a medida que el volumen de los residuos aumenta. Priorizar la gestión de residuos sólidos, investigar estrategias de reducción de costos, incorporar programas de pago por vertido o impuestos y asociarse con organizaciones internacionales de inversión son todas opciones para financiar un programa de residuos sólidos viable. Si bien es posible que algunos programas, impuestos u honorarios se enfrenten con resistencia al momento de su introducción, encontrar una fuente constante de financiamiento para la gestión de residuos sólidos es parte integral de un programa exitoso. En la sección [Consideraciones económicas](#) se analizan otras consideraciones económicas para la gestión de residuos sólidos.

Figura 2.1 Desafíos para la gestión de residuos sólidos





- **Acceso limitado a los equipos y conocimiento técnico sobre el mismo.** A menudo, el equipo para el manejo de residuos sólidos debe ser importado del exterior, y es posible que los operadores no tengan el conocimiento técnico o los recursos para un mantenimiento adecuado y consistente. Si el equipo no ha sido diseñado para las condiciones locales, esta incompatibilidad puede agregar más desafíos porque puede ser necesario realizar reparaciones frecuentes y es posible que sea difícil encontrar repuestos. En las áreas tropicales, las condiciones locales como la humedad y el calor pueden afectar negativamente al equipo, dando lugar a reparaciones frecuentes necesarias. En muchos casos, existen diversas opciones de equipos, algunos de los cuales pueden ser más adecuados para las condiciones locales. Algunas de estas opciones se presentan en las secciones correspondientes de esta Guía. Realizar un análisis del flujo de los residuos y de los recursos disponibles puede orientarlo acerca de cuál es la opción más adecuada.
- **Conocimientos técnicos limitados y conocimiento de las mejores prácticas.** Los gobiernos locales a menudo carecen de la experiencia necesaria para evaluar tecnologías o soluciones a fin de identificar las más adecuadas para su situación. Pueden surgir situaciones difíciles cuando, al celebrar contratos con las ciudades para proporcionar una tecnología o implementar un proyecto, las empresas privadas abandonan el proyecto si la ciudad no puede cumplir con los términos del contrato. Por ejemplo, muchos contratos de proyectos de tratamiento de residuos incluyen requisitos de que la ciudad garantice una materia prima limpia o constante. Si la ciudad no cumple con estos requisitos, es posible que las empresas privadas abandonen el trabajo. Las ciudades no siempre anticipan estos desafíos y, como consecuencia, los proyectos pueden fallar. A menudo, los responsables de la toma de decisiones y el personal a nivel local no conocen las mejores prácticas que otras ciudades han implementado con éxito en situaciones similares. Es posible mejorar el conocimiento técnico y la concientización acerca de las mejores prácticas participando en intercambios nacionales e internacionales, como conferencias y seminarios web organizados por la [Asociación Internacional de Residuos Sólidos \(ISWA\)](#). Los centros de excelencia, como los identificados en el cuadro de la derecha, también pueden ser recursos valiosos para difundir lecciones y experiencias.
- **Capacidad limitada de personal.** Muchas ciudades carecen de personal suficiente dedicado a abordar los problemas de la gestión de residuos sólidos. Este personal a menudo se enfoca en abordar emergencias inmediatas en relación a los residuos, y carece de tiempo o personal para participar en la planificación a largo plazo y el desarrollo de estrategias.
- **Rotación política.** Los cambios en las administraciones pueden dar lugar a que los funcionarios entrantes den por finalizados proyectos o los alteren radicalmente, y que se reasigne personal clave en proyectos importantes, incluidos los proyectos de gestión de residuos sólidos. Como resultado, muchos promotores de proyectos con considerable experiencia técnica no están disponibles para completar los proyectos. Una legislación de gestión de residuos sólidos, ya sea nacional o subnacional, que establezca sistemas sostenibles a largo plazo que continúen a lo largo de las diferentes administraciones, puede ayudar a superar esta barrera. Mantener la continuidad del personal en los proyectos y las operaciones de la gestión de residuos sólidos también puede ayudar a minimizar estas interrupciones.
- **La falta de planificación y evaluación a nivel nacional y municipal puede afectar negativamente el éxito de un sistema de gestión de residuos sólidos.** Los marcos o regulaciones nacionales son importantes para facilitar la planificación a largo plazo, establecer estándares nacionales, y proporcionar incentivos para programas de reducción, reciclaje o compostaje para sus residuos. A menudo se pasa por alto la planificación a nivel municipal, donde ocurre la implementación, lo que puede generar obstáculos más adelante. Esto es especialmente prevalente cuando hay interrupciones no planificadas, como desastres naturales. Crear un plan nacional y local que incluya un sistema de monitoreo y verificación, ayudará a crear un sistema estable de gestión de residuos sólidos. La sección Sistemas de planificación ofrece detalles adicionales sobre la importancia de la planificación e identifica los pasos fundamentales.
- **Coordinación gubernamental vertical y horizontal limitada o faltante.** La gestión de residuos sólidos generalmente cae bajo la jurisdicción de múltiples ministerios u organismos en varios niveles de gobierno. Por ejemplo, las agencias gubernamentales



responsables del medioambiente, el desarrollo urbano y habitacional o la agricultura pueden estar todas involucradas en diferentes partes del sistema sobre la gestión de residuos sólidos, pero pueden no tener marcos formales para la colaboración. Además, los gobiernos locales son responsables de implementar regulaciones nacionales, y los gobiernos nacionales pueden desempeñar un papel importante en la creación de entornos propicios para que los proyectos locales sean exitosos. Un mecanismo que permita la coordinación entre agencias o departamentos y entre las capas del gobierno puede ayudar a crear un sistema holístico.

- **Condiciones de trabajo difíciles.** Quienes trabajan en la gestión de residuos sólidos en los países en vías de desarrollo pueden recibir una capacitación y un pago insuficientes (PNUMA 2005a). Sin la capacitación y el equipo de protección personal adecuados, estos trabajadores corren el riesgo de sufrir lesiones o enfermedades. Los estudios demuestran que un alto porcentaje de los trabajadores que manipulan residuos, y las personas que viven cerca de los centros de eliminación, corren el riesgo de infectarse con gusanos o parásitos (PNUMA 2005a). Las condiciones difíciles de trabajo también resultan en una falta de motivación para los trabajadores y en tasas bajas de retención de empleados.
- **Una comunicación limitada o la falta de comunicación con las partes interesadas,** incluidos los residentes, pueden conducir al vertido ilegal, a un uso indebido y al daño de los contenedores, a resistir las tarifas del servicio y a la segregación indebida de los residuos, entre otras cosas. Una comunicación coordinada con campañas de difusión puede ayudar a garantizar que las partes interesadas estén informadas y equipadas para cumplir con los requisitos locales para la gestión de residuos sólidos. Para obtener información adicional sobre las mejores prácticas para identificar e incorporar a las partes interesadas en la planificación de la gestión de residuos sólidos, consulte la sección [Compromiso de las partes interesadas](#).

El sector informal es un grupo de interesados importante que se debe tener en cuenta e incluir durante ciertos pasos cuando se planifica un programa de gestión de residuos sólidos. En general, el sector informal consta de individuos, grupos y



pequeñas empresas que realizan servicios informales de residuos que incluyen la recolección y venta de materiales reciclables, generalmente a través de intermediarios (Aparcana 2017). Los trabajadores obtienen ingresos al vender los materiales reciclables que recolectan a una red de distribuidores y sectores de reciclaje que trabajan dentro del sector privado formal (Aparcana 2017, Wilson et al. 2009); en otros casos, los trabajadores pueden vender el material a otros trabajadores del sector informal que lo reutilizan como insumo para otro proceso o producto (p. ej., partes usadas para la reparación de equipos). Este sector puede desempeñar un papel importante en la separación de materiales y en determinar cuáles residuos se deben recolectar. Para conocer los desafíos y las sugerencias para trabajar con el sector informal, consulte la sección [Reciclaje del sector informal](#).

**Terreno limitado disponible.** A medida que las áreas urbanas y las poblaciones continúan creciendo, se reduce la cantidad de espacio disponible para las instalaciones de residuos sólidos, los sitios locales de recolección y las estaciones de transferencia. Es posible que no haya espacio, que las parcelas disponibles sean demasiado costosas o que los residentes locales eviten el desarrollo de instalaciones causado por el temor a que el olor



disminuya los precios de la propiedad o reduzca su calidad de vida. Sin embargo, ubicar estas instalaciones a una determinada distancia de las ciudades, donde hay más tierra disponible y ésta es menos costosa, crea un nuevo conjunto de desafíos, ya que transportar residuos a través de largas distancias puede llevar mucho tiempo y ser costoso. Quienes gestionan los residuos sólidos pueden trabajar en conjunto con líderes locales y regionales para crear un plan de gestión de residuos sólidos que destaque la importancia de la planificación de rutas y ciudades. Los programas de desviación o separación también desempeñarán un papel importante en la reducción de la cantidad de residuos que deben recolectarse al mismo tiempo. Las estaciones de transferencia y otras opciones de recolección y almacenamiento se analizan en la sección [Separación, recolección y transporte](#).

- **Las condiciones climáticas, geográficas y topográficas influyen en la disponibilidad y el costo de los equipos, la viabilidad de las tecnologías, los costos operativos y otros aspectos de la gestión de residuos sólidos.** Por ejemplo, las ciudades que se encuentran en zonas tropicales podrían adaptar las estrategias de gestión de residuos sólidos para dar cuenta de temperaturas más elevadas y tasas de descomposición de residuos orgánicos más rápidas que las de las ciudades con climas más fríos. Las características geográficas y topográficas también pueden presentar desafíos para la gestión de residuos sólidos. Las islas, en particular, enfrentan desafíos significativos debido al espacio limitado para la eliminación de los residuos, así como en relación a sus capacidades y acceso al reciclaje. Las ciudades en áreas montañosas pueden requerir diseñar centros de eliminación que sean resistentes



### PUNTO CLAVE

## Las ciudades pueden sacar provecho de los centros de excelencia para desarrollar sus capacidades

Las ciudades están explorando diversos enfoques para abordar las limitaciones relacionadas con las capacidades técnicas y el conocimiento. Una solución que las ciudades implementan en la actualidad es el acceso a los recursos y la información disponible a través de “centros de excelencia”. Estas son organizaciones o asociaciones dedicadas a compartir información, proporcionar capacitación y facilitar el intercambio de las mejores prácticas relacionadas con la gestión de residuos sólidos.

Algunos ejemplos de centros de excelencia en la gestión de residuos incluyen:

**Una plataforma municipal de conocimiento sobre residuos sólidos: Herramientas:** Este recurso lo mantiene la Iniciativa de Residuos de la Coalición Clima y Aire Limpio para intercambiar información y recursos sobre las mejores prácticas [CCAC sin fecha(b)].

**Instituto de Residuos Sólidos para la Sustentabilidad:** Este instituto tiene su sede en la Universidad de Texas

en Arlington, y proporciona sesiones de capacitación y apoyo para el desarrollo de capacidades para ayudar a las ciudades a mejorar la gestión de residuos sólidos (Universidad de Texas en Arlington 2015).

**Centro para la Economía Circular y el Cambio Climático:** Este centro tiene su sede en Novi Sad, Serbia, y proporciona soporte para el intercambio de información relacionada con residuos sólidos, así como experiencia técnica para ciudades del sudeste de Europa, Medio Oriente y Asia Central (CECC 2020).

**Centro de Excelencia Ambiental Be’ah:** Este centro brinda capacitación y apoyo especializado a las ciudades de Omán para ayudarlas a mejorar la gestión de residuos (be’ah 2017b).

**El Centro de Manejo de Residuos del Instituto de Energía y Recursos:** Este centro brinda apoyo a las ciudades de la India a través de asistencia técnica, talleres y redes de contactos (TERI 2020b).



a las fallas de la pendiente. [El Anexo B](#) proporciona varios recursos clave para comprender las mejores prácticas para la gestión de residuos sólidos en regiones globales específicas; estos recursos son útiles para identificar las condiciones propias a la región que son relevantes para la planificación de la gestión de residuos sólidos.

- **Normas culturales.** Las preferencias y tendencias culturales pueden complicar los esfuerzos de la gestión de residuos sólidos. Por ejemplo, el aumento de la riqueza y los precios más bajos de los bienes llevaron el consumo de materiales y generación de residuos a un crecimiento dramático a nivel mundial. Quienes gestionan los residuos sólidos se enfrentan a las implicaciones de estas tendencias. Abordar las normas culturales durante la planificación de la gestión de residuos sólidos requiere un enfoque coordinado de participación de las partes interesadas. Hay más información disponible sobre las mejores prácticas para el compromiso de las partes interesadas en la sección [Compromiso de las partes interesadas](#).





# 3 ENFOQUES







## Recursos clave



[Gestión sustentable de los materiales: Jerarquía de gestión de materiales y residuos no peligrosos](#) [Sustainable Materials Management: Non-Hazardous Materials and Waste Management Hierarchy] (EPA de EE. UU. 2017f)



[Pautas ambientales del sector: Residuos sólidos](#) [Sector Environmental Guideline: Solid Waste] (USAID 2018)



## Sección 3

# Enfoques

Ningún enfoque de la gestión de residuos sólidos es adecuado para gestionar todos los materiales y flujos de residuos en todas las circunstancias. Los gobiernos locales deben trabajar para crear un plan que cumpla con las necesidades y condiciones específicas de su área. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos desarrolló una jerarquía de la gestión de residuos sólidos (Figura 3.1) en reconocimiento de esta realidad. Esta jerarquía proporciona un sistema de clasificación general para las diversas estrategias de gestión de residuos sólidos, desde la más a la menos preferible desde el punto de vista ambiental, poniendo énfasis en la reducción, la reutilización y el reciclaje (EPA de los EE. UU. 2017f).

Esta sección describe brevemente cada estrategia de gestión que se encuentra en la jerarquía de gestión de residuos sólidos. Puede encontrar información más detallada en secciones posteriores, que están vinculadas en cada descripción.

## ¿Por qué es importante una jerarquía de enfoques de gestión de residuos sólidos?

Una jerarquía de gestión de residuos sólidos describe los pasos más ecológicos a seguir antes de desechar los residuos en un vertedero o basurero. El primer paso y el preferido en la jerarquía, la reducción de fuentes y la reutilización, se centra en la prevención de generación de residuos. Cuando los residuos se reducen o se reutilizan en origen, se necesitan menos materias primas y se deben recolectar, transportar y desechar menos residuos. Esta reducción en los procesos de extracción conduce a beneficios ambientales y un ahorro de costos durante toda la vida útil de un producto. Para los residuos que no se pueden reducir o reutilizar en origen, el reciclaje o el compostaje es la siguiente mejor opción. El reciclaje o el compostaje produce beneficios ambientales y ahorros de costos similares a la reducción y reutilización en origen, pero requiere costos de inversión iniciales para implementar un programa efectivo de reciclaje o de compostaje. Las estrategias de reducción en origen y de reciclaje ayudan a reducir la cantidad de residuos que, en última instancia, podrían ingresar al medio ambiente,

Figura 3.1. Jerarquía de la gestión de residuos



incluidos los cuerpos de agua y la basura marina. La recuperación energética puede tenerse en cuenta para los residuos que no son reciclables o compostables. La recuperación energética reduce la cantidad de residuos que finalmente terminan en los vertederos y contrarresta la necesidad del uso de combustibles fósiles. Sin embargo, la recuperación energética de los residuos puede generar emisiones contaminantes para el aire y requiere de una gran inversión y costos de operación.

## Elementos de la jerarquía de gestión de residuos sólidos

### Reducción y reutilización en origen

La reducción en origen, también conocida como prevención de residuos, se refiere a la reducción de la cantidad de residuos generados. Reducir los residuos en origen es la estrategia preferida desde el punto de vista ambiental (EPA de EE. UU. 2017f). Las personas pueden reducir la cantidad de residuos que generan al comprar productos duraderos y reutilizables o buscar productos que se hayan diseñado teniendo en cuenta la reducción de residuos. La sección [Prevención y minimización](#) analiza la reducción en origen y la reutilización con mayor detalle.





## Reciclaje y gestión de residuos orgánicos

El reciclaje es una serie de actividades que incluyen la recolección de artículos usados, reutilizados o no utilizados que de otro modo se considerarían residuos; la clasificación y el procesamiento de los productos reciclables en materias primas; y el uso de las materias primas recicladas para refabricar nuevos productos (EPA de EE. UU. 2017f). El sector informal es un participante fundamental en el sistema de reciclaje a nivel mundial. La sección [Reciclaje](#) explica los beneficios y los desafíos del reciclaje, así como las mejores prácticas para establecer un programa de reciclaje, que incluye la participación del sector informal.

La gestión de residuos orgánicos maneja el desvío y el tratamiento de los residuos orgánicos a través del compostaje y la digestión anaeróbica (DA). El abono es un material orgánico que se puede agregar al suelo para ayudar a las plantas a crecer. La DA es un proceso que genera biogás, una fuente de energía renovable, utilizando residuos orgánicos como materia prima. El compostaje o el uso de la DA para los residuos de alimentos, los restos de jardinería y otros materiales orgánicos mantiene estos materiales fuera de los vertederos, donde ocupan espacio y liberan metano, un potente gas de efecto invernadero. La sección [Gestión de residuos orgánicos](#) cubre diferentes opciones, desde compostaje a pequeña escala hasta DA de gran escala y las mejores prácticas para separar estos residuos del flujo general de los residuos.

## Recuperación energética

La recuperación energética es la conversión de materiales no reciclables en calor, electricidad o combustible utilizables, a través de una variedad de procesos. Este proceso a menudo se denomina residuos a energía. Convertir materiales no reciclables en electricidad y calor genera una fuente de energía y reduce las emisiones de carbono al contrarrestar la necesidad de energía que proviene de fuentes fósiles, reduciendo así la generación de metano de los vertederos (EPA de EE. UU. 2017f).

Las plantas de energía a partir de residuos tienen una gran inversión inicial y tanto su operación como mantenimiento son costosos. Además, las emisiones tóxicas de dichas unidades deben ser controladas. Cuando se combinan con controles efectivos de contaminación del aire al final del proceso (es decir, controles colocados en una instalación que trata los gases antes de que ingresen al medio ambiente) y técnicas de eliminación de residuos, estas plantas pueden reducir potencialmente tanto los volúmenes de residuos como las emisiones de gases de efecto invernadero (USAID 2018). Sin embargo, planes de



financiamiento adecuados y controles de contaminación efectivos son factores clave a considerar antes de planificar una instalación de energía a partir de residuos como una opción viable de gestión de residuos sólidos. La sección [Recuperación energética](#) proporciona más información sobre los diferentes tipos de tecnologías de recuperación energética y los requisitos principales que se deben considerar previamente con relación a estos enfoques de gestión.

## Tratamiento y eliminación

Antes de la eliminación, el tratamiento puede ayudar a reducir el volumen y la toxicidad de los residuos. Los tratamientos pueden ser físicos (p. ej., trituración), químicos (p. ej., incineración) o biológicos (p. ej., AD; EPA de EE. UU. 2017f). Los vertederos son un componente importante en un sistema integrado de gestión de residuos sólidos. Los residuos que no puedan prevenirse o reciclarse deben desecharse en vertederos debidamente diseñados, construidos y gestionados, donde se encuentren contenidos de manera segura para limitar su impacto ambiental (EPA de EE. UU. 2002a). El gas metano, un subproducto de los residuos de descomposición, se puede recolectar y usar como combustible para generar energía. Después de que un vertedero se tapa, la tierra puede ser utilizada para otros fines, como sitios recreativos. Las secciones [Administración de basurales](#) y [RelLENOS sanitarios](#) analizan estrategias para la mejora o el cierre de un vertedero abierto y la configuración y operación de un vertedero, respectivamente.






# 4 INCLUSIÓN DE LAS PARTES INTERESADAS





### Recursos clave

-  [Guía de participación pública \[Public Participation Guide\]](#) (EPA de EE. UU. 2017d))
-  [Manual de comunicación y participación para la gestión de residuos sólidos \[Handbook on Communication and Engagement for Solid Waste Management\]](#) (ABRELPE y CCAC 2017)
-  [Una Guía para la gestión de residuos sólidos para los responsables de la toma de decisiones, Volumen II \[Decision-Maker's Guide to Solid Waste Management, Volume II\]](#) (EPA de EE. UU. 1995)

## Sección 4

# Inclusión de las partes interesadas

La inclusión de las partes interesadas es el proceso de construir relaciones con los residentes, grupos de interés y otras entidades afectadas, para obtener apoyo para las políticas, los programas y los problemas relacionados con el servicio de la gestión de los residuos sólidos. Trabajar con las partes interesadas ayuda a crear un sistema robusto de gestión de residuos sólidos, proteger el medio ambiente y hacer que las ciudades sean mejores lugares donde vivir.

Esta sección proporciona información sobre las ventajas de interactuar activamente con las partes interesadas y las mejores prácticas para identificarlas e incorporar sus comentarios en la planificación de la gestión de residuos sólidos. La Figura 4.1 presenta a los actores habituales del sector de residuos que desempeñan un papel en la mayoría de las ciudades.

## ¿Por qué incluir a las partes interesadas?

Las ciudades han notado que es necesario incluir al público durante todo el proceso de planificación para

crear un programa robusto de gestión de los residuos sólidos y mantener el apoyo a largo plazo para su operación. La operación económica y eficiente de un programa de gestión de residuos sólidos requiere una cooperación significativa entre los generadores de residuos (p. ej., residentes y empresas individuales), los manipuladores de residuos, el sector informal y todas las demás personas y organizaciones afectadas por la gestión de residuos sólidos. Para mantener el apoyo a los programas a largo plazo, las ciudades descubrieron que estos grupos deben participar continuamente en la toma de decisiones y mantenerse informados sobre las políticas, los programas y los proyectos.

La inclusión de las partes interesadas en el sector de residuos debe seguir cuatro principios frecuentes de participación:

- **Integridad.** Propósito y alcance transparentes y claros.
- **Inclusividad.** Accesibilidad para todas las partes interesadas, de quienes importa su gama completa de valores y perspectivas.

Figura 4.1. Interesados habituales del sector de residuos





- **Diálogo.** Un debate abierto y genuino respaldado por información oportuna y precisa.
- **Influencia.** Los comentarios se reflejan en los resultados.

## Mejores prácticas

Cuando se planifica un programa de gestión de residuos sólidos, la participación de las partes interesadas abarca varias entidades gubernamentales locales y posibles actividades. Las ciudades pueden compartir información, consultar a las partes interesadas a través de diversos procesos, y, en algunos casos, alentar la participación activa en los procesos gubernamentales de toma de decisiones. Una participación eficaz de las partes interesadas permite a las ciudades aprovechar las diversas perspectivas de gestión de residuos sólidos para mejorar la calidad al momento de la toma de decisiones. También permite a los residentes comprender mejor los procesos del gobierno local y fortalece su capacidad para participar en procesos deliberativos mediante el desarrollo de confianza, capacidades, conocimiento y experiencia. Las ciudades pueden usar los siguientes pasos como guía para planificar un programa de participación pública.

### Organización

Antes de entrar en contacto con las partes interesadas, a las ciudades les resulta útil reunir información de las diferentes entidades gubernamentales implicadas en el proceso aplicable de gestión de residuos sólidos. Esta revisión puede incluir a los departamentos de gestión de residuos, de obras públicas y de finanzas de proyectos. Es importante que el personal del departamento esté familiarizado con las leyes y los objetivos ya implementados en esa ciudad. Este proceso les permitirá comprender la historia detrás del programa de residuos sólidos actual, evaluar las posibilidades, identificar y comprometer recursos, y conocer dónde es posible realizar un aporte público. Finalmente, es esencial garantizar que haya voluntad política para estos esfuerzos (p. ej., apoyo de funcionarios electos actuales y futuros).

### Seleccionar el nivel de participación pública

Las ciudades pueden integrar a las partes interesadas en el proceso de toma de decisiones a través de diferentes actividades basadas en el objetivo del programa. El espectro de participación de las partes interesadas generalmente se categoriza en tres tipos de actividades:

- **Informar.** Las decisiones ya se tomaron o se requiere tomar una medida. Existe la necesidad de garantizar que las partes interesadas afectadas conozcan la información.
- **Consultar.** Se requieren aportes, comentarios o consejos de las partes interesadas antes de que se finalice parte del proyecto o decisión.
- **Incluir activamente.** Se convoca a grupos específicos de partes interesadas o residentes para trabajar en la resolución de problemas y el desarrollo de soluciones.

Seleccionar el tipo de participación de las partes interesadas ayudará a las autoridades locales y a los responsables de la toma de decisiones a seleccionar las herramientas y técnicas que se pueden utilizar, ya que no hay un único enfoque que se adapte a cada problema. Algunas técnicas fueron diseñadas específicamente para compartir información u obtener opiniones y puntos de vista, mientras que otras, apuntan a incluir de manera eficaz a las partes interesadas y a los residentes en la toma de decisiones. La técnica de participación de las partes interesadas más adecuada se determina según el problema, los objetivos deseados y los recursos disponibles. Una de las mejores prácticas implica diseñar técnicas de participación de las partes interesadas en colaboración con organizaciones locales que comprendan los problemas de los residentes locales y la zona.

### Identificación de las funciones de las partes interesadas

Reconocer a los residentes como un recurso valioso libera la creatividad y reconoce la colaboración como el principal catalizador para promover el progreso local. Las ciudades han considerado aconsejable designar claramente las funciones y responsabilidades de las partes participantes para garantizar la responsabilidad y la propiedad (del proceso). Los gobiernos toman decisiones políticas que dirigen la implementación de programas de gestión de residuos sólidos, pero todas las partes interesadas enumeradas en la Figura 4.2 participan de una manera u otra en el sistema completo de gestión de residuos (PNUMA 2005a).

La Figura 4.3 presenta un ejemplo de cómo una municipalidad en Camboya involucró a una amplia gama de partes interesadas como parte de un esfuerzo integral para mejorar la gestión de residuos sólidos.







## Caso concreto: compromiso con el sector informal en Perú

Para obtener más información, visite el [sitio web de Ciudad Saludable](#) (Ciudad Saludable sin fecha).

Ciudad Saludable es una organización sin fines de lucro con sede en Perú que tiene como objetivo mejorar las condiciones de vida de los trabajadores del sector informal al crear sistemas eficientes de gestión de residuos sólidos. Un componente fundamental de su modelo de negocios es la inclusión de las partes interesadas durante todo el proceso. El modelo de la organización utiliza microempresas que producen abono y otros subproductos comercializables. Las microempresas crean una gran red de pequeñas empresas que emplean a 1500 trabajadores del sector informal.

Ciudad Saludable ha creado conciencia en América Latina sobre las condiciones de trabajo de los trabajadores del sector informal. La organización también ayudó a crear nuevos marcos legislativos que facilitan el diálogo a nivel nacional y local, haciendo énfasis en la educación y el intercambio de conocimientos.

Ciudad Saludable alcanza aproximadamente al 30 por ciento de la población peruana y estima que ha mejorado la vida de más de 6 millones de personas que viven en áreas urbanas y rurales (Skoll 2006).

### Integrar los aportes de las partes interesadas al proceso de toma de decisiones ✓

Muchas ciudades hallan importante compartir con el público los planes para los cambios propuestos a sus programas de residuos sólidos y comprometerse con las partes interesadas para pedir su opinión. Permitir la participación pública en la evaluación de planes y estrategias, y garantizar que haya un método de comunicación y un punto de contacto dentro de la agencia gubernamental que lidere el esfuerzo con el que puedan trabajar las partes interesadas está entre las mejores prácticas. Las partes interesadas pueden participar digitalmente usando una plataforma pública o una lista de correo electrónico grupal o a través de reuniones en persona, como reuniones abiertas o mesas redondas.

La Figura 4.4 presenta un ejemplo de integración de los aportes de las partes interesadas en el proceso de toma de decisiones en la ciudad de Cebú, Filipinas.

### Concientización y educación ✓

Un aspecto fundamental en la gestión de residuos sólidos es la comunicación y la educación continuas con las partes interesadas durante toda la vida del proyecto, no solo durante las etapas seleccionadas del desarrollo del proyecto. Por ejemplo, informar a los generadores de residuos sobre las actividades de gestión de residuos sólidos fomenta el uso de los servicios de recolección y la participación en programas de reciclaje y desvío de residuos orgánicos. Implicar a los responsables de las políticas locales y nacionales puede llevar a la adopción de regulaciones de gestión de residuos sólidos y a un mayor financiamiento para los programas [CCAC Sin fecha(c)].

Los programas tradicionales de concientización pueden incluir campañas en los medios, visitas puerta a puerta para analizar las actividades de gestión de residuos sólidos con las partes interesadas y eventos de limpieza comunitaria. Las competencias entre vecindarios y comunidades pueden ayudar a crear conciencia sobre la gestión de residuos sólidos y fomentar cambios en el comportamiento. Las campañas educativas pueden





CASO CONCRETO 

## Incorporar la gestión de residuos sólidos en las lecciones de la escuela primaria en Camboya

Para obtener más información, consulte la guía del *Instituto de estrategias ambientales globales para Phnom Penh, Camboya* (Yagasa y Gamalage 2019).

Incluir la gestión de residuos sólidos en los planes de estudios escolares es una manera importante de crear conciencia entre la población juvenil. El Instituto de Estrategias Ambientales Globales y el Programa Ambiental de las Naciones Unidas desarrollaron una serie de planes de lecciones para maestros de escuelas primarias en Camboya, con la intención de agregar la educación ambiental y la gestión de residuos a su plan de estudios. Los estudiantes pueden tomar lecciones sobre reducción de residuos, separación en origen, reciclaje y compostaje, y aplicarlas en sus propios hogares.

integrarse en los planes de estudios de la escuela y la universidad para llegar a la población juvenil y fomentar buenas prácticas de gestión de residuos.

[El Anexo C](#) incluye una variedad de herramientas de comunicación y participación pública.

### Preguntas para los responsables de la toma de decisiones

- ¿Cuáles son los problemas o áreas de interés fundamentales para el proyecto?
- ¿Quiénes son los grupos de partes interesadas clave?
- ¿Cuál podría ser su nivel de interés?
- ¿Quiénes son los contactos clave para los grupos?
- ¿Cuáles son los mejores mecanismos para interactuar con estos grupos?
- ¿Existen grupos que se opondrían o podrían verse afectados por cambios en la gestión de residuos sólidos?
- ¿Cómo se incluirán las partes interesadas durante la duración del proyecto?



**Figura 4.2. Funciones de las partes interesadas (adaptado del PNUMA 2005a)****Gobierno local**

Los gobiernos locales planifican e implementan programas de gestión de residuos sólidos. A menudo participan varios departamentos: los departamentos de obras públicas recolectan y eliminan los residuos; los departamentos de salud pública y saneamiento inspeccionan y hacen cumplir los estándares de saneamiento; los departamentos de protección ambiental monitorean la calidad del aire y el agua, y las medidas de control de contaminación; los departamentos de parques o agricultura pueden usar abono, que es un producto del tratamiento de los residuos orgánicos; y los departamentos de financiamiento asignan fondos disponibles para las actividades de gestión de residuos sólidos.

**Organismos gubernamentales multijurisdiccionales (entidades de planificación metropolitanas)**

Los organismos que reúnen a múltiples gobiernos locales para fines de planificación regional a menudo son responsables de operaciones más grandes como vertederos, conversión de residuos en energía, digestores anaeróbicos o instalaciones de compostaje. Estos organismos pueden colaborar en la ubicación de nuevos rellenos sanitarios, estaciones de transferencia y otras instalaciones de reciclaje o tratamiento. Para las instalaciones compartidas, también establecen tarifas para la eliminación o usuarios.

**Gobiernos nacionales o subnacionales**

Los organismos gubernamentales nacionales establecen políticas y regulaciones para la gestión de residuos sólidos, incluidas las especificaciones de manipulación, tratamiento y rellenos sanitarios, medidas de protección de la salud pública y prevención de la contaminación. Cumplen un rol en la inspección y aplicación de las instalaciones de tratamiento y residuos. Además, establecen regulaciones y estándares para la captación de subproductos del tratamiento de residuos, incluidos el biogás y la electricidad.

**Empresas privadas**

Los actores del sector privado como transportistas de residuos, empresas de construcción, operadores de vertederos, operadores de instalaciones de recuperación de materiales y compradores de materiales, a menudo celebran contratos con el gobierno para realizar actividades de gestión de residuos sólidos. En los países que han implementado sistemas de responsabilidad extendida del productor, el sector privado también es responsable del tratamiento al final de la vida útil de sus productos. La sección [Consideraciones económicas](#) analiza la responsabilidad extendida del productor en más detalle.

**Instituciones académicas**

Las universidades locales a menudo poseen la experiencia técnica que puede respaldar la caracterización de los residuos o las actividades de recolección a través de la recopilación y el análisis de datos científicos, y también pueden monitorear los resultados de los programas piloto.

**Organizaciones no gubernamentales (ONG)**

Las ONG que representan una variedad de intereses, como el desarrollo o la seguridad de la fuerza laboral, la protección ambiental, el desarrollo económico, la salud pública o incluso vecindarios específicos, tienen un interés en la gestión de residuos sólidos. Estos grupos pueden ser aliados importantes en los procesos de planificación. Ante todo, tienen una comprensión del punto de vista local para que las autoridades locales lo tengan en cuenta al momento de tomar decisiones. Estos grupos también pueden desempeñar un papel importante en educar al público sobre diferentes aspectos sobre la gestión de residuos sólidos.

**Recicladores informales de residuos**

Los trabajadores del sector informal recolectan materiales reciclables y reutilizables de los contenedores comunitarios de residuos y centros de eliminación, y con frecuencia trabajan en condiciones inseguras. La incorporación de trabajadores del sector informal al sistema formal de gestión de residuos sólidos tiene muchas ventajas, particularmente para la reducción de la vulnerabilidad social y la promoción de la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres, quienes comprenden gran parte del sector. Consulte la sección [Reciclaje del sector informal](#) para obtener más información.

**Generadores de residuos residenciales**

Los residuos residenciales o domésticos pueden constituir una gran parte del flujo de residuos urbanos. Sin embargo, las opciones de recolección y eliminación de residuos a menudo son carentes en la periferia de las áreas urbanas, lo que puede conducir a la descarga abierta y la exposición de los residentes a daños a la salud. Los residentes pueden desempeñar un papel importante en la mejora de los esquemas de prevención, minimización, segregación y recolección de residuos, y en la ubicación de las instalaciones de tratamiento y eliminación de residuos. La educación y la extensión a los residentes acerca de los nuevos programas o tarifas relacionadas con los residuos dan soporte a una mejor gestión de los residuos sólidos. En muchos casos, las mujeres manejan la recolección y la separación de los residuos domésticos. Como parte de las mejores prácticas, las mujeres deben participar en los esfuerzos de extensión locales.

**Generadores de residuos comerciales e industriales**

Varias empresas comerciales e industriales generan residuos, incluidas las oficinas, instalaciones médicas, hoteles, mercados, obras en construcción, operaciones industriales y otros. Estos generadores de residuos a gran escala, que generalmente no dependen de los mismos medios de recolección que los usuarios residenciales, a veces clasifican y transportan sus residuos a ubicaciones comunales (p. ej., pueden realizar acuerdos con el sector privado para la recolección y eliminación).







Figura 4.3. ESTUDIO DE CASO



## Inclusión de las partes interesadas en Battambang, Camboya

En 2011, la ciudad de Battambang, Camboya, lanzó un esfuerzo para revisar su sistema de gestión de residuos sólidos. La ciudad, que alberga a más de 150 000 personas, enfrentaba varios desafíos comunes con relación a la gestión de residuos sólidos, entre ellos, un presupuesto operativo insuficiente, una cobertura de recolección baja, quema de residuos y problemas relacionados con lo medioambiental y la salud pública. Battambang se asoció con diversas ONG, la Organización Camboyana de Educación y Gestión de residuos y el Instituto de Estrategias Ambientales Globales para definir sus desafíos en cuanto al manejo de residuos sólidos, para incluir múltiples grupos de partes interesadas y con el fin de diseñar estrategias para un manejo eficaz de los residuos sólidos.

Battambang involucró a una variedad de grupos fundamentales de partes interesadas como parte de este proceso, incluidos los siguientes:

El personal del gobierno local participó en un intercambio de información entre ciudades con Phitsanulok, Tailandia. Este intercambio ayudó al personal del gobierno local a formar una estrategia preliminar para la gestión de residuos sólidos, con el beneficio de las experiencias y la retrospectiva de sus contrapartes tailandesas.

Las ONG, en particular la Organización de Educación y Gestión de residuos de Camboya, ayudaron a facilitar el proceso y apoyar al gobierno local.

Los recolectores de residuos del sector privado CINTRI y Leap Lim fueron socios fundamentales en el esfuerzo de participación, ya que Battambang no opera ningún servicio de recolección por sí misma. Por tarifas razonables, la ciudad se comprometió a ofrecer mejores servicios de recolección. CINTRI también posee y opera el vertedero de la ciudad.

Los generadores de residuos comerciales, incluidos varios mercados, acordaron participar en un proyecto piloto de segregación de residuos orgánicos con la Organización de Educación y Gestión de residuos de Camboya y CINTRI.

Los generadores de residuos residenciales fueron incluidos a través de la instalación de nuevos contenedores de residuos y señalización, la distribución de folletos, anuncios de voz, talleres comunitarios y un proyecto piloto. Tarifas razonables, sumadas a servicios de recolección mejorados, tenían como objetivo reducir la quema de residuos. El proyecto piloto identificó la necesidad de mayor educación y difusión acerca de la segregación de residuos.

Los trabajadores informales del reciclaje operaban en el vertedero local en condiciones inseguras, incluyendo los incendios en instalaciones de residuos. Los trabajadores participaron en una sesión de capacitación voluntaria sobre los impactos en la salud y el medio ambiente de los incendios en instalaciones de residuos y cómo extinguirlos. Además, varios trabajadores informales del reciclaje ahora son empleados en la planta de separación de residuos orgánicos.

El documento, Enfoque participativo de la gestión de residuos para la mitigación del cambio climático: El caso de la ciudad de Battambang (IGES y PNUMA 2018) proporciona información adicional.

El documento, *Enfoque participativo de la gestión de residuos para la mitigación del cambio climático: El caso de la ciudad de Battambang* (IGES y PNUMA 2018) proporciona información adicional.



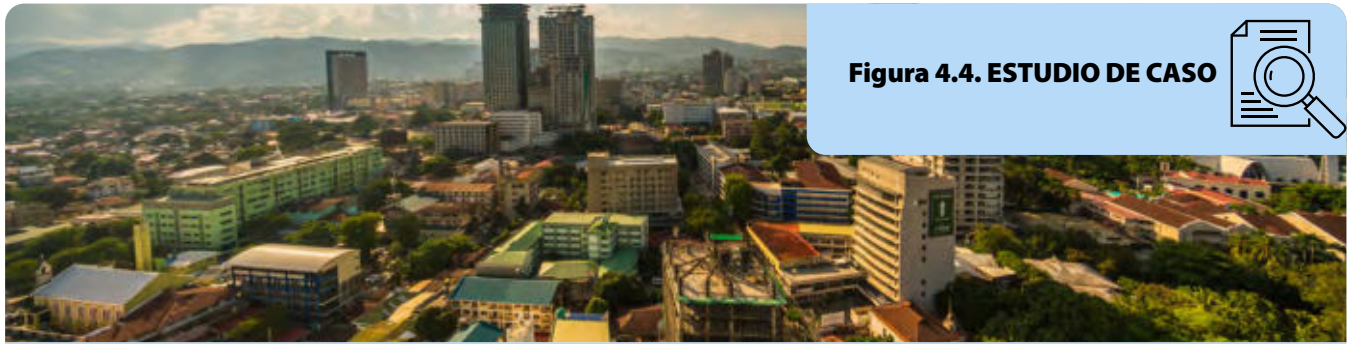


Figura 4.4. ESTUDIO DE CASO



## El papel de las asociaciones en la gestión de residuos sólidos en la ciudad de Cebú, Filipinas

En las Filipinas, la rápida urbanización ha reducido la capacidad del país para eliminar los residuos de manera adecuada. En la ciudad de Cebú, la responsabilidad de la recolección de residuos recae en el gobierno de la ciudad y barangays, los distritos administrativos más pequeños de Filipinas. La ciudad de Cebú recoge los residuos de establecimientos comerciales, instituciones y hogares sobre las carreteras principales. Los barangays son responsables de la recolección de residuos dentro de su unidad administrativa utilizando sus propios vehículos o aquellos proporcionados por la ciudad. A partir de 2010, la ciudad de Cebú comenzó a implementar una legislación para aumentar la recolección y gestión de los residuos.

Para aumentar la efectividad y la participación en dicha legislación, la ciudad de Cebú estableció asociaciones con varios grupos e instituciones locales, lo que llevó a conseguir logros como los siguientes:

- Una serie de competencias anuales a través de asociaciones con empresas y medios locales. Un ejemplo es el "Premio barangay a la excelencia medioambiental" (Best Environmental Barangay Award) que se otorga a las comunidades con gran participación en las actividades de gestión de residuos sólidos.
- Campañas de concientización a nivel municipal. Estas campañas incluyen ONG locales, asociaciones de propietarios de viviendas, trabajadores del sector informal, instituciones académicas, empresas locales y medios de comunicación.
- Gestión adicional de residuos sólidos a través de asociaciones público-privadas. Dos emprendimientos privados instalaron plantas de tratamiento cerca del vertedero de la ciudad de Cebú. Uno maneja el reciclaje de plásticos y el otro maneja los residuos orgánicos, reduciendo la cantidad proveniente de cada uno de ellos que ingresa al vertedero.
- Programas comunitarios de reciclaje a través de asociaciones con empresas locales e inquilinos. Un programa en el Ayala Mall ha establecido un efectivo programa de reciclaje: las empresas en el centro comercial venden sus materiales reciclables, que son adquiridos y reutilizados por las comunidades locales. Además, el SM City Cebu Mall ha establecido el Día del Mercado de Residuos el sábado, día en que los residentes de un barangay pueden comprar o vender sus materiales reciclables.
- Mayor cantidad de reciclaje a través de asociaciones con instituciones ambientales. Cebú y la Oficina del Comité Ambiental apoyan a las organizaciones de mujeres con un programa semanal de "Efectivo a partir de basura". Las comunidades locales reúnen y transportan artículos reciclables a un sitio de recolección designado. Aquí, a cada barangay se le asigna respectivamente un comprador de materiales reciclables.

Para obtener más información sobre estas actividades, consulte el Programa Ambiental de las Naciones Unidas y el estudio de caso del Instituto de Estrategias Ambientales Globales, *Planificación e Implementación de Estrategias Integradas del Manejo de los residuos sólidos a Nivel Local* (IGES y PNUMA 2017).

Para obtener más información sobre estas actividades, consulte el Programa Ambiental de las Naciones Unidas y el estudio de caso del Instituto de Estrategias Ambientales Globales, *Planificación e Implementación de Estrategias Integradas del Manejo de los residuos sólidos a Nivel Local* (IGES y PNUMA 2017).



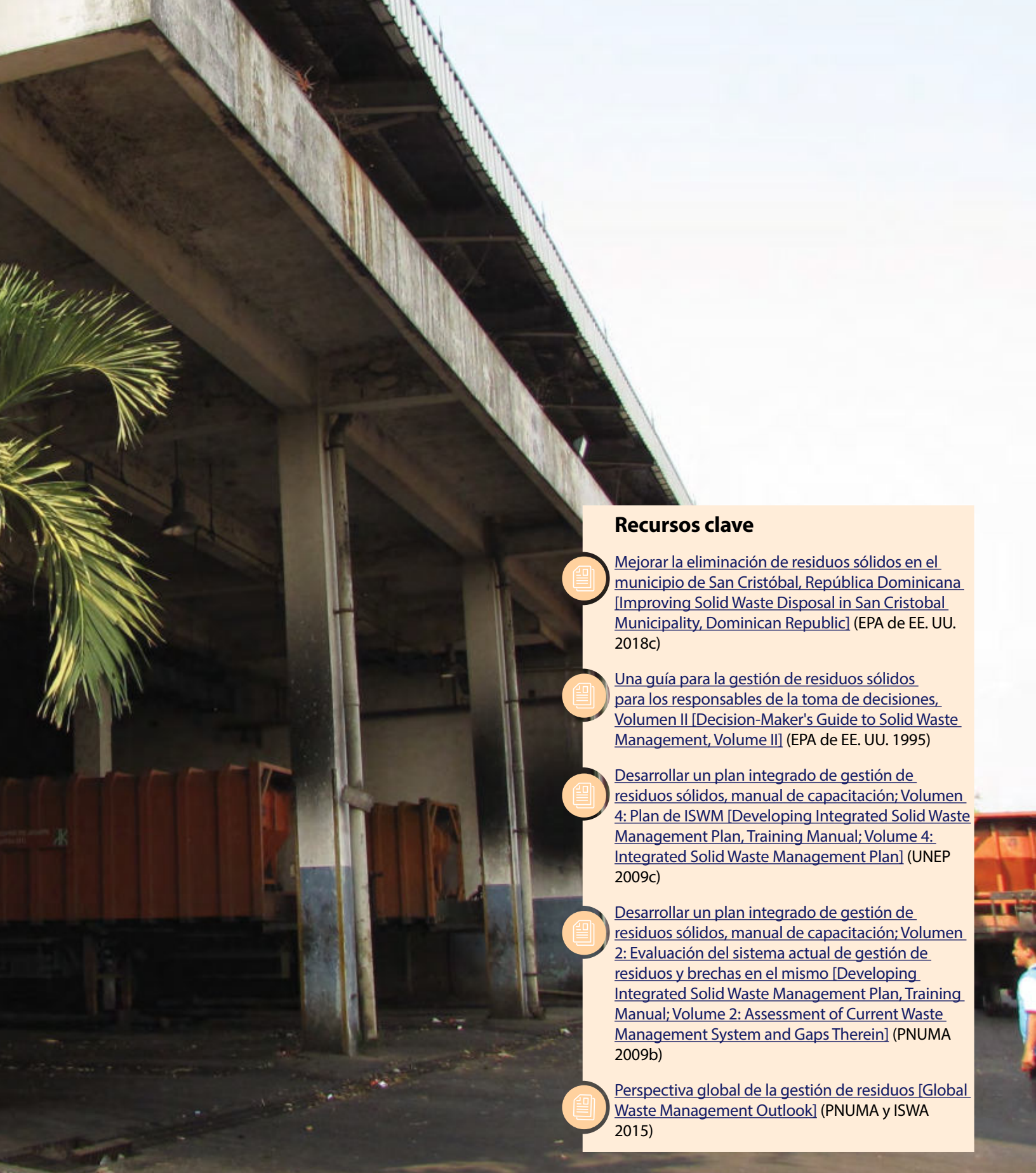


Esta página queda intencionalmente en blanco.






# 5 SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN







## Recursos clave

-  [Mejorar la eliminación de residuos sólidos en el municipio de San Cristóbal, República Dominicana \[Improving Solid Waste Disposal in San Cristobal Municipality, Dominican Republic\]](#) (EPA de EE. UU. 2018c)
-  [Una guía para la gestión de residuos sólidos para los responsables de la toma de decisiones, Volumen II \[Decision-Maker's Guide to Solid Waste Management, Volume II\]](#) (EPA de EE. UU. 1995)
-  [Desarrollar un plan integrado de gestión de residuos sólidos, manual de capacitación; Volumen 4: Plan de ISWM \[Developing Integrated Solid Waste Management Plan, Training Manual; Volume 4: Integrated Solid Waste Management Plan\]](#) (UNEP 2009c)
-  [Desarrollar un plan integrado de gestión de residuos sólidos, manual de capacitación; Volumen 2: Evaluación del sistema actual de gestión de residuos y brechas en el mismo \[Developing Integrated Solid Waste Management Plan, Training Manual; Volume 2: Assessment of Current Waste Management System and Gaps Therein\]](#) (PNUMA 2009b)
-  [Perspectiva global de la gestión de residuos \[Global Waste Management Outlook\]](#) (PNUMA y ISWA 2015)



## Sección 5

# Sistemas de planificación

La evaluación y la planificación son pasos críticos para las ciudades que buscan crear o evaluar un sistema de gestión de residuos sólidos. Las ciudades están mejor posicionadas para evaluar sus propias necesidades, las condiciones actuales y planificar para el futuro. Esta sección identifica los pasos principales de la planificación y la evaluación de un sistema de residuos.

## ¿Por qué es importante la planificación para los sistemas de gestión de residuos sólidos?

Distintos interesados pueden afectar los sistemas de gestión de residuos sólidos en diversas etapas, y estos también pueden verse afectados por una variedad de factores externos. Es importante pasar por el proceso de planificación para reconocer los efectos que las decisiones de la gerencia pueden tener en cada etapa. Contar con un plan formal ayudará a las ciudades a hacer una transición más fluida a la implementación y a encaminar los proyectos relacionados con los residuos sólidos. Estos planes también pueden garantizar la continuidad del sistema de gestión de residuos sólidos en el caso de rotación de personal dentro de los departamentos responsables de la gestión de residuos sólidos, así como en caso de cambios políticos. La planificación es particularmente importante para la implementación de un sistema de gestión de residuos sólidos debido a la gran cantidad y variedad de partes interesadas que están involucradas. Para obtener más información acerca de las mejores prácticas para el compromiso de las partes interesadas, vea la sección [Compromiso de las partes interesadas](#).

## Pasos clave en la planificación

La planificación del sistema de gestión de residuos sólidos puede incluir una amplia gama de actividades. A continuación se describen los pasos que muchas otras ciudades han tomado. Para obtener orientación más detallada sobre el establecimiento de sistemas de gestión de residuos sólidos, consulte el manual de capacitación del [Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente sobre la planificación de la gestión de los residuos sólidos](#) (PNUMA 2009c).

### 1. Identificar, inventariar y evaluar los recursos.

Las ciudades verificaron la utilidad de comprender sus propias necesidades antes de crear un sistema de gestión de residuos sólidos. También es útil contar con un compromiso político hacia la gestión de residuos sólidos, una persona o grupo para que sea capaz de ofrecer su liderazgo durante todo el proceso y un plan de participación pública (Tchobanoglous y Kreith 2002). Este paso también implica crear un inventario de los recursos actuales y las operaciones existentes mediante la observación de la infraestructura existente, las instalaciones cercanas y otros recursos públicos y privados. Otra información relevante a recopilar incluye:

- Información sobre el tipo y volumen de los residuos (consulte la sección [Caracterización de los residuos](#))
- Evaluaciones de costos de los equipos y la mano de obra
- Datos demográficos (p. ej., población, cantidad de empresas y hogares, proyecciones futuras).

Si no hay datos disponibles para un área específica, puede ser beneficioso solicitar datos de comunidades cercanas para comparar o desarrollar una estimación con el fin de realizar un análisis de referencia. Una vez que se recopilan los datos, se pueden organizar de la manera que mejor se adapte a los objetivos identificados. Una forma de categorizar los datos es por función asociada en el sistema de gestión de residuos sólidos (es decir, reducción y minimización de residuos, identificación y caracterización de residuos, almacenamiento y recolección de residuos, compostaje, reciclaje o eliminación). Otras categorías aplicables incluyen la administración, la educación y la extensión, y los recursos financieros. [La herramienta de recolección de datos para rápida evaluación MSW ciudad](#) (CCAC 2020) creada por la Iniciativa Municipal de residuos sólidos de la Coalición de Clima y Aire Limpio ofrece una plantilla para ayudar a las ciudades a identificar y recopilar datos para los planes de gestión de residuos sólidos.

2. **Identificar necesidades.** Las ciudades pueden usar los datos recopilados para ayudar a evaluar sus necesidades en la gestión de residuos sólidos. Estas





Para obtener más información, consulte la ***Guía de gestión de residuos sólidos, Volumen II*** de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA de los EE. UU., 1995)

necesidades deben reflejar las realidades actuales y también considerar los cambios futuros (p. ej., el crecimiento de la población, las tendencias en el consumo, las tasas de generación de desperdicios). Resulta útil identificar las brechas de información para la futura planificación y evaluación como parte del proceso de identificación de necesidades, pero un enfoque bien establecido implica utilizar la mejor información disponible para los esfuerzos de planificación. [El volumen 2 del Manual de capacitación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente para el desarrollo del plan integrado de gestión de residuos sólidos](#) (PNUMA 2009b) ofrece instrucciones sobre cómo evaluar un sistema de gestión de residuos sólidos e identificar las brechas. La planificación para desastres y otras interrupciones significativas es una necesidad clave para muchas ciudades. La Figura 5.1 proporciona un estudio de caso sobre la planificación de residuos en situaciones de desastre en Nepal.

- 3. Establecer metas y objetivos.** Las metas y los objetivos establecen una visión clara para el desarrollo de un sistema de gestión de residuos sólidos. Una declaración de objetivos ayuda a identificar el resultado general que se pretende de un sistema de gestión de residuos sólidos. Las declaraciones de objetivos pueden incluir el valor y las funciones de las diferentes partes interesadas, incluidos los residentes y encargados de la

formulación de políticas. Los objetivos son logros incrementales medibles y monitoreados que forman parte de la meta general.

- 4. Evaluar las opciones de gestión de residuos sólidos.** Los sistemas de gestión de residuos sólidos incorporan una gama de opciones políticas y tecnológicas. Para evaluar las opciones, las ciudades generalmente se refieren a la lista de necesidades, metas y objetivos identificados y evalúan la viabilidad de todas las soluciones posibles. La evaluación también debe considerar los recursos técnicos y financieros disponibles. Tanto las soluciones a corto como a largo plazo pueden identificarse en función de las necesidades actuales y los recursos disponibles a nivel local. Entre las mejores prácticas se encuentra el considerar cada opción de manera holística, ya que cada parte del sistema de gestión de residuos sólidos afecta a otras partes. Algunos ejemplos de criterios de evaluación incluyen:
  - Requisitos regulatorios
  - Impactos económicos
  - Aplicabilidad basada en el flujo de residuos.
- 5. Definir las opciones recomendadas para la gestión de residuos sólidos.** Las autoridades locales y los responsables de la toma de decisiones pueden utilizar la evaluación para seleccionar

## PUNTO CLAVE

### Las cinco P para la gestión de residuos sólidos

Es especialmente relevante tener en cuenta las siguientes cinco P al crear un sistema de gestión de residuos sólidos:

**Planificación:** Formular y seguir un plan integral y bien diseñado.

**Precio:** Basar el plan en un análisis económico sólido.

**Publicidad:** Usar las plataformas públicas para promover un plan, obtener apoyo público y educar a los residentes.

**Política:** Mantener el apoyo político durante las fases de planificación e implementación.

**Perseverancia:** Prepararse para una estrategia de implementación a largo plazo.





## CASO CONCRETO

### Ejemplos de estudios de viabilidad

Para ahorrar recursos, las ciudades pueden estudiar los ejemplos anteriores de estudios de viabilidad para los proyectos de gestión de residuos sólidos. [La Iniciativa Global de Metano](#) [IGM sin fecha] y la [Iniciativa Municipal de Residuos Sólidos de la Coalición de Clima y Aire Limpio](#) (CCAC 2018c) son buenas fuentes de información sobre las experiencias de las ciudades. Incluyen enlaces a informes de [estudios de viabilidad, como el estudio de prefactibilidad para un proyecto de tratamiento de residuos orgánicos en Quito, Ecuador](#) (CCAC 2018c).

posibles opciones de gestión de residuos sólidos a incorporar en el sistema. Puede ser útil evaluar y priorizar las opciones utilizando el método S.M.A.R.T., que garantiza que las opciones sean específicas, medibles, alcanzables, relevantes y tentadoras (su sigla en inglés: specific, measurable, attainable, relevant, timely). Se pueden recomendar opciones para mejorar el sistema actual, aportar a un elemento específico del sistema o desarrollar un nuevo proyecto o servicio.

#### 6. Desarrollar una estrategia de implementación.

Desarrollar una estrategia de implementación implica identificar las acciones específicas, los responsables y un cronograma. La estrategia de implementación generalmente incluye detalles sobre cómo la ciudad monitoreará el progreso para medir el logro de las metas y los objetivos establecidos.

#### 7. Obtener financiamiento para implementar el sistema de gestión de residuos sólidos.

La financiación puede presentar una barrera significativa para algunas ciudades. Muchas ciudades tienen dificultades para recuperar los costos de los servicios de la gestión de residuos sólidos (p. ej., a través de cargos de recolección) y puede ser muy complicado acceder a un financiamiento externo para los proyectos de capital. Para obtener más información sobre las consideraciones económicas de la gestión de residuos sólidos, consulte la sección [Consideraciones económicas](#).

#### 8. Implementar el plan.

Una vez que la ciudad desarrolla un plan, se asegura el financiamiento y tiene el apoyo de las partes interesadas, puede

comenzar la implementación. El sistema o proyecto que se ha planificado puede ser implementado por entidades públicas o privadas, o una asociación entre ellas. Por ejemplo, es común que ciertos aspectos de la gestión de residuos sólidos se implementen a través de un contrato entre la ciudad y una empresa privada que ofrece servicios de recolección y eliminación. En estos casos, la ciudad puede desarrollar una Solicitud de Propuestas para las partes que tienen la capacidad de prestar estos servicios. Las empresas privadas pueden luego presentar propuestas, y la ciudad puede evaluar las diversas ofertas y celebrar un contrato con la empresa seleccionada. Muchas ciudades priorizan los contratos con el sector privado que se basan en el desempeño, con pagos vinculados a la calidad y la cantidad del trabajo que se ha completado.

#### 9. Monitoreo y evaluación del sistema.

Es importante monitorear y evaluar continuamente el sistema de gestión de residuos sólidos y adaptar los planes y las actividades según sea necesario. El monitoreo y la evaluación deben realizarse de manera regular y predeterminada, ya que esto ayudará a que el plan siga siendo relevante para la ciudad, identificar áreas de mejora y también puede ayudar a destacar los éxitos del programa a lo largo del tiempo. Las ciudades pueden diseñar métricas o indicadores de desempeño durante la etapa de planificación que ayuden a medir el éxito del programa. Es importante garantizar que las métricas se basen en datos que la ciudad pueda recopilar. Los resultados de la etapa de monitoreo y evaluación también pueden compartirse con las partes interesadas y el público para presentar la efectividad del programa o los pasos que se están tomando para salvar las brechas.







Figura 5.1. ESTUDIO DE CASO



## Planificación de residuos en situaciones de desastre en Nepal

Nepal es vulnerable a desastres naturales como terremotos, inundaciones, derrumbes y avalanchas. En 2015, un terremoto devastó a Nepal, con casi 9000 muertes y 800 000 edificios destruidos. El terremoto generó casi 14 millones de toneladas métricas de residuos, incluyendo tanto residuos domésticos como residuos peligrosos. A causa de la falta de recursos y mano de obra, los residuos en situaciones de desastre no fueron una prioridad para ninguno de los organismos gubernamentales locales y en 2019 aún era posible ver los escombros del evento en Nepal.

En 2019, el Liderazgo para el Medio Ambiente y el Desarrollo de Nepal y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente prepararon [la Política/Estrategia de Gestión de Residuos en Situaciones de Desastre en Nepal](#) (PNUMA 2018a). Los objetivos del plan incluyen promover la más reciente tecnología a través de asociaciones público-privadas para procesar los residuos de desastres, minimizar la producción de los residuos por desastres y desarrollar técnicas e infraestructura para eliminar los residuos altamente dañinos. La política describe seis estrategias principales para alcanzar estos objetivos:

- **Integrar aún más la planificación de residuos en situaciones de desastres en las leyes y legislaciones existentes relacionadas con la gestión de residuos sólidos, como la Ley de Reducción y Gestión de Riesgos de Desastres de 2017.** Esta Ley coloca la eliminación de residuos generados por desastres naturales bajo las funciones y responsabilidades de los comités de gestión de desastres del distrito y establece que los establecimientos comerciales públicos y privados tienen la responsabilidad de gestionar adecuadamente los residuos y la contaminación para minimizar los impactos adversos a las personas después de un desastre.
- **Mejorar las capacidades administrativas y técnicas de las organizaciones que manejan la gestión de residuos en situaciones de desastre a través de programas de mejora de las capacidades.**
- **Reducir la producción de residuos en situaciones de desastre a través de políticas de construcción y edificación más estrictas que mejoren la clasificación del uso de la tierra y los criterios de construcción de edificios.** El plan también sugiere el uso de materiales locales para la construcción de infraestructura y la concientización acerca de los residuos en situaciones de desastre.
- **Gestionar los residuos en situaciones de desastre mediante la implementación de un principio unificado de gestión de residuos sólidos.** Los pasos incluyen:



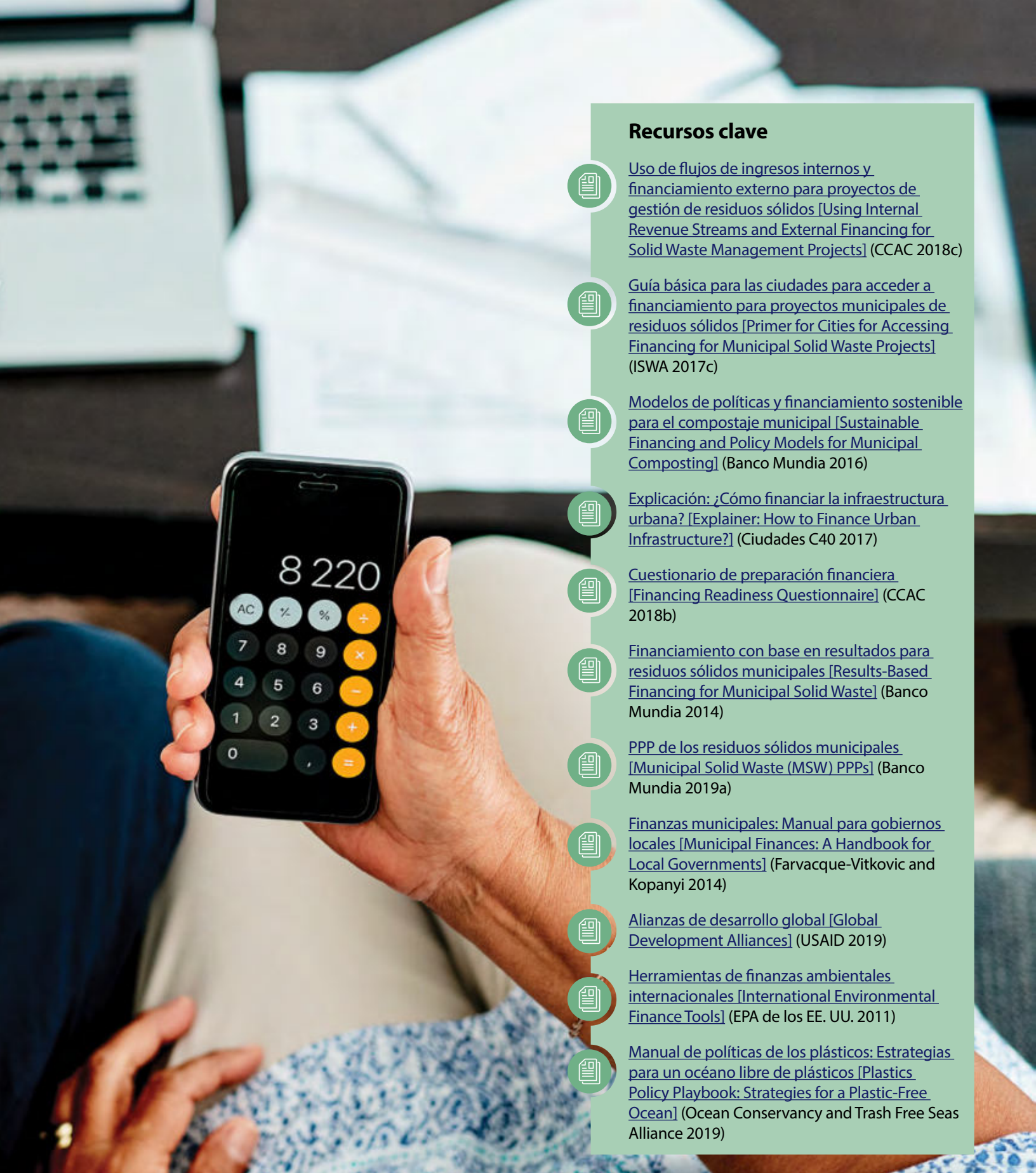
- **Asegurar el financiamiento necesario para la gestión de residuos en situaciones de desastres,** incluido el uso de un fondo de gestión ante desastres para que los gobiernos provinciales y locales manejen el transporte, la movilización de recursos humanos, la formulación de políticas y la planificación en relación a los residuos en caso de desastres.
- **Evaluar cómo minimizar el efecto de los residuos en situaciones de desastre en la salud humana y ambiental.** Este proceso incluye formar un comité de inspección y evaluación en todos los niveles gubernamentales para estudiar los efectos de la gestión de residuos sólidos y preparar criterios adecuados para minimizar los impactos de los residuos en situaciones de desastre y la eliminación final de los residuos en caso de desastre.














# 6 CONSIDERACIONES ECONÓMICAS







## Recursos clave

-  [Uso de flujos de ingresos internos y financiamiento externo para proyectos de gestión de residuos sólidos \[Using Internal Revenue Streams and External Financing for Solid Waste Management Projects\]](#) (CCAC 2018c)
-  [Guía básica para las ciudades para acceder a financiamiento para proyectos municipales de residuos sólidos \[Primer for Cities for Accessing Financing for Municipal Solid Waste Projects\]](#) (ISWA 2017c)
-  [Modelos de políticas y financiamiento sostenible para el compostaje municipal \[Sustainable Financing and Policy Models for Municipal Composting\]](#) (Banco Mundial 2016)
-  [Explicación: ¿Cómo financiar la infraestructura urbana? \[Explainer: How to Finance Urban Infrastructure?\]](#) (Ciudades C40 2017)
-  [Cuestionario de preparación financiera \[Financing Readiness Questionnaire\]](#) (CCAC 2018b)
-  [Financiamiento con base en resultados para residuos sólidos municipales \[Results-Based Financing for Municipal Solid Waste\]](#) (Banco Mundial 2014)
-  [PPP de los residuos sólidos municipales \[Municipal Solid Waste \(MSW\) PPPs\]](#) (Banco Mundial 2019a)
-  [Finanzas municipales: Manual para gobiernos locales \[Municipal Finances: A Handbook for Local Governments\]](#) (Farvacque-Vitkovic and Kopanyi 2014)
-  [Alianzas de desarrollo global \[Global Development Alliances\]](#) (USAID 2019)
-  [Herramientas de finanzas ambientales internacionales \[International Environmental Finance Tools\]](#) (EPA de los EE. UU. 2011)
-  [Manual de políticas de los plásticos: Estrategias para un océano libre de plásticos \[Plastics Policy Playbook: Strategies for a Plastic-Free Ocean\]](#) (Ocean Conservancy and Trash Free Seas Alliance 2019)





## Sección 6

# Consideraciones económicas

Los costos operativos de recolección, tratamiento y eliminación de residuos sólidos, y la comunicación con las partes interesadas crean una carga financiera significativa para muchas ciudades en los países en vías de desarrollo, lo que puede crear una barrera para la implementación de un sistema exitoso de gestión de residuos sólidos. En algunos casos, la gestión de residuos sólidos representa la mayor parte del presupuesto local; en promedio, la gestión de residuos sólidos representa el 20 por ciento de los presupuestos locales en países de bajos ingresos (Kaza et al. 2018). Además, a las ciudades a menudo les resulta difícil rastrear y comprender la gama completa de costos para los servicios de gestión de residuos sólidos, ya que las diferentes partes del sistema son manejadas por diversos departamentos y socios.

Obtener fondos para grandes proyectos de capital, que requieren acceso a financiamiento de fuentes externas, puede ser un desafío aún mayor. A menudo, incluso cuando las ciudades pueden realizar las inversiones iniciales, es posible que los proyectos fallen debido a una falta de planificación adecuada de los gastos operativos de las instalaciones de gestión de residuos sólidos. Además, debido a que las condiciones económicas, legales y regulatorias de cada ciudad son únicas, no existe una solución simple para abordar los desafíos financieros asociados con una gestión eficaz de residuos sólidos. Afortunadamente, existen diversas estrategias exitosas que las ciudades han sabido utilizar para recuperar de manera más efectiva los costos de gestión de residuos sólidos y obtener financiamiento para proyectos grandes.

Esta sección proporciona una descripción general de los costos frecuentes de la gestión de residuos sólidos y las formas en que las ciudades compensaron estos costos a través del uso de fuentes de financiamiento internas (p. ej., tarifas de recolección) y financiamiento externo. También proporciona un enfoque bien establecido para acceder a un financiamiento para proyectos de gestión de residuos sólidos.

## Costos de la gestión de residuos sólidos

Algunos ejemplos de tipos frecuentes de costos asociados con los proyectos de gestión de residuos sólidos tanto para servicios como para instalaciones incluyen:

- **Costos de planificación y administrativos.** Las ciudades a menudo incurren en costos para realizar estudios y evaluaciones de la gestión de residuos sólidos, desarrollar planes y diseños futuros, comprometerse con las partes interesadas y comunicarse con los hogares. Una de las mejores prácticas implica incorporar estos costos en el presupuesto del proyecto de gestión de residuos sólidos.
- **Costos de inversión. Los costos de inversión varían según la importancia del proyecto en el contexto del sistema de gestión de residuos sólidos de la ciudad.** Los costos de inversión del proyecto cubren todo, desde el proceso de planificación hasta la implementación inicial, e incluyen los estudios de factibilidad, evaluaciones técnicas, permisos, investigaciones de mercado, negociaciones de contratos, supervisión de obra, participación de las partes interesadas, adquisición de tierras, infraestructura del sitio, infraestructura de apoyo, equipos y cumplimiento de normas regulatorias (ISWA 2017c).
- **Costos operativos.** Los costos operativos pueden ser difíciles de predecir porque las variables situacionales y ambientales pueden cambiar. Por lo general, estos costos incluyen la mano de obra, el combustible, los servicios públicos, el mantenimiento y las reparaciones y los costos de la materia prima (p. ej., para proyectos de digestión anaeróbica),



entre otros elementos. Los costos menos evidentes, que pueden ser más difíciles de estimar, incluyen los gastos generales (p. ej., suministros de oficina, comunicaciones), la difusión y concientización, los impuestos y seguros, el monitoreo e informes requeridos por ley, la respuesta ante emergencias (p. ej., incendios o fallas de equipos) y la construcción de capacidades (ISWA 2017c).

Es importante considerar los diversos factores que pueden influir en los costos identificados anteriormente, incluido el crecimiento de la población y un aumento en la generación de residuos. A menudo, los gobiernos locales planifican solo para el próximo ciclo electoral, pasando por alto las estrategias a largo plazo que se necesitan para un plan de proyecto de residuos sólidos. Las ciudades han visto que es importante fomentar las mejores prácticas y proporcionar a su personal la capacitación necesaria para que el programa de gestión de residuos sólidos sea exitoso.

## Financiación interna

### Fuentes de financiación interna

Las fuentes habituales para la gestión de residuos sólidos incluyen:

- **Fuentes especializadas de ingresos locales.** Las ciudades pueden utilizar los impuestos, aranceles y cargos de servicio locales para recuperar los costos de recolección, tratamiento y eliminación de residuos. Los cargos por el servicio generalmente varían según el tipo de generador de residuos, ya sean hogares, instituciones comerciales o instalaciones industriales. Algunas ciudades han adoptado cargos de cobro más bajos para los hogares rurales o de bajos ingresos.

Muchas ciudades también cobran tarifas (“tarifas de propinas”) a los transportistas de residuos cuando llevan residuos a una instalación para su tratamiento o eliminación. Estas tarifas luego se utilizan para el mantenimiento y la mejora de las instalaciones. Las ciudades también pueden utilizar los ingresos de la venta de materiales reciclables, abono, biogás o electricidad de los proyectos de biogás, como fuentes especializadas de financiamiento para compensar sus costos de gestión de residuos sólidos.

- **Presupuestos operativos locales y nacionales.** Muchas ciudades recurren a sus presupuestos operativos para cubrir los costos de la gestión de

residuos sólidos y algunos gobiernos nacionales proporcionan subsidios a los gobiernos locales para ayudar a abordar las brechas en el financiamiento de la gestión de residuos sólidos (Kaza et al. 2018). Sin embargo, estas fuentes de financiamiento no siempre son confiables y, en muchos casos, los fondos del presupuesto operativo general pueden ser utilizados de manera más efectiva para apoyar actividades o programas donde hay una mínima oportunidad de generar ingresos autosostenibles. Por este motivo, muchas ciudades priorizan el uso de fuentes de ingresos locales especializadas en lugar de extraerlas del presupuesto operativo general.

### Ventajas del uso de financiamiento interno

El uso de financiamiento interno ofrece varios beneficios, entre ellos:

- Ayudar a garantizar que haya recursos constantes disponibles para los programas de gestión de residuos sólidos.
- Generar posibles excedentes de financiamiento que se pueden utilizar para pagar futuros proyectos de capital.
- Reducir los riesgos percibidos para los posibles inversores del proyecto.

Además, el uso de financiamiento interno para compensar los costos puede ayudar a reducir el riesgo de prácticas ineficientes en la gestión de residuos sólidos.

### Desafíos al momento de utilizar el financiamiento interno

Las ciudades se enfrentan a varios desafíos al querer capturar flujos internos de financiación para la gestión de residuos sólidos. Muchas ciudades tienen dificultades para calcular tarifas de servicio adecuadas para la gestión de residuos sólidos. Las tarifas de servicio pagadas por los generadores y las tarifas de propinas pagadas por los transportistas de residuos son poco comunes en muchos países en vías de desarrollo, y puede ser difícil desde el punto de vista político y logístico comenzar a cobrar por servicios que antes estaban disponibles sin costo alguno. En muchas ciudades, los funcionarios electos también dudan al momento de promulgar políticas que impongan cargos por el servicio de recolección de residuos a sus electores. Además, las ciudades que promulgaron dichas políticas, a menudo tienen dificultades en hacerlas cumplir de manera efectiva. Una capacidad administrativa y financiera limitada para





CASO CONCRETO 

**Establecer honorarios de recolección variables vinculados al nivel socioeconómico**

Este **estudio de caso** proporciona detalles adicionales acerca de esta estrategia de financiamiento (GIZ 2012).

Maputo, Mozambique, ha establecido un programa de honorarios de los servicios de recolección de residuos que está vinculado a la situación socioeconómica. Los honorarios del servicio de recolección de residuos se cobran a través de las facturas de luz del hogar y de la empresa. A los hogares y negocios que consumen más luz se les cobran honorarios más altos por sus servicios de recolección de residuos. Este esquema de recuperación de ingresos se basa en la suposición de que el consumo de luz puede servir como indicador del estatus socioeconómico y la generación de residuos. Vincular los honorarios del servicio de recolección de residuos con el consumo de luz puede ayudar a garantizar que los hogares y las empresas de bajos ingresos paguen menos por la recolección de residuos.

administrar los cargos de gestión de residuos sólidos y otros ingresos, también puede complicar los esfuerzos de las ciudades para utilizar el financiamiento interno para compensar los costos de gestión de residuos sólidos.

Para obtener más información sobre los desafíos asociados al uso de las fuentes internas de ingresos y las posibles estrategias para abordarlos, consulte la [Hoja de datos sobre el uso de flujos internos de ingresos y financiamiento externo para los proyectos de gestión de residuos sólidos de la Coalición de Aire Limpio y Clima \(CCAC\)](#) (CCAC 2018d).

### Financiamiento externo

La financiación interna es a menudo insuficiente para costear grandes proyectos de infraestructura con un uso intensivo de capital, como la construcción de una nueva estación de transferencia de residuos o un vertedero sanitario. En estos casos, las ciudades a menudo deben buscar financiamiento externo por parte de inversores privados, instituciones financieras y otros socios.

La Figura 6.1 destaca varios tipos frecuentes de financiamiento para los proyectos de gestión de residuos sólidos.

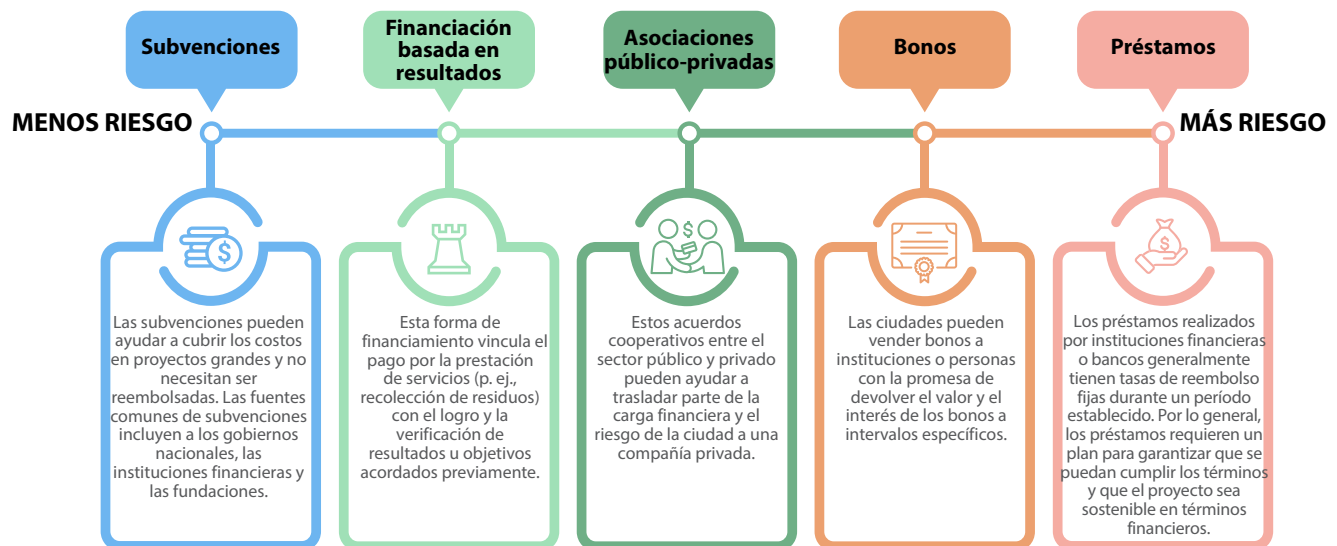
### Preguntas para los responsables de la toma de decisiones

- ¿Cuáles son los verdaderos costos de la gestión de residuos sólidos (incluidos todos los costos operativos, de capital, de planificación y administrativos) para la ciudad?
- ¿Existen fuentes internas de ingresos sin explotar que la ciudad pueda utilizar para compensar los costos operativos?
- ¿Cuáles son las barreras para el uso de esas fuentes de financiamiento?
- ¿Qué medidas puede tomar la ciudad para abordar esas barreras?





Figura 6.1. Tipos frecuentes de financiamiento para proyectos en el sector de los residuos



Nota: El riesgo se refiere al riesgo incurrido por la ciudad al seleccionar un tipo de instrumento de financiamiento para un proyecto del sector de los residuos.

Los pasos clave involucrados en la obtención de financiamiento externo para los proyectos de gestión de residuos sólidos incluyen:

- 1. Evaluar cuidadosamente las necesidades técnicas y los posibles beneficios del proyecto.** Antes de comenzar a planificar acuerdos financieros para un proyecto, está entre las buenas prácticas, evaluar cuidadosamente su base técnica. Esta evaluación implica realizar análisis técnicos sólidos utilizando datos fiables, metodologías y herramientas bien establecidas. Los posibles inversionistas perciben las propuestas de proyectos con base en análisis técnicos sólidos como propuestas con menores riesgos. Además, las evaluaciones técnicas minuciosas pueden ayudar a reducir los riesgos para las ciudades. Por ejemplo, un análisis técnico sólido puede ayudar a las ciudades a planificar proyectos que tengan el tamaño y el diseño adecuados; esta estimación puede ayudar a reducir el riesgo de tener que pagar por más infraestructura de la que realmente se necesita.

Un análisis técnico cuidadoso también puede facilitar a las ciudades la determinación de la viabilidad de cumplir con sus obligaciones en virtud de los acuerdos para la implementación del proyecto. Por ejemplo, si en una ciudad se está considerando contratar a una empresa privada para construir y operar un digestor anaeróbico que requiera un

volumen constante de materia prima de residuos orgánicos de alta calidad, la ciudad puede realizar un estudio de caracterización de los residuos para proyectar qué cantidad de esa materia prima podría estar disponible y cómo puede separarse de la corriente de residuos generales. También puede llevar a cabo un estudio de mercado para determinar la demanda de biogás y digestato producido por el proyecto.

También es una buena práctica evaluar los beneficios medioambientales, de salud y otras bondades del proyecto propuesto. Por ejemplo, analizar los beneficios del proyecto de gestión de residuos sólidos propuesto en relación a la calidad del aire y la protección de las aguas subterráneas puede ayudar a las ciudades a obtener financiamiento de organizaciones cuya misión se enfoca en el medio ambiente.

- 2. Mejorar la disponibilidad financiera.** El identificar y asegurar el financiamiento externo para los proyectos es un proceso complicado y que hace un uso intensivo de los recursos. Antes de comenzar a explorar las diversas oportunidades de financiamiento, se ha visto que es útil para las ciudades el considerar primero su "disponibilidad para el financiamiento" (CCAC 2018b). Las ciudades pueden mejorar su disponibilidad para financiar proyectos mediante la realización de





CASO CONCRETO

## Bonos climáticos para la gestión de residuos sólidos

Fuente: La Iniciativa de Bonos Climáticos

Para obtener más información, consulte el *sitio web de CBI*.

La Iniciativa de Bonos Climáticos (Climate Bonds Initiative, CBI) es una organización que trabaja para movilizar al mercado global de bonos hacia el logro de soluciones relacionadas con el cambio climático. La CBI implementa una variedad de prácticas, que incluyen la publicación de inteligencia de mercado, la provisión de asesoramiento sobre políticas y el establecimiento de estándares para los bonos ecológicos. En 2019, publicaron un conjunto de criterios para los bonos de gestión de residuos. Al estar certificado por CBI, un bono de gestión de residuos puede demostrar a los inversionistas que los proyectos que financian cumplen con ciertas calificaciones de mitigación y/o adaptación.

una autoevaluación de los diversos factores que influyen en su capacidad para identificar, asegurar y administrar acuerdos financieros con socios externos. Las ciudades pueden entonces trabajar para abordar las debilidades financieras o los riesgos potenciales antes de intentar acceder al financiamiento.

Los factores clave de “disponibilidad” incluyen:

- Consideraciones en relación a la capacidad, como por ejemplo si la ciudad cuenta con el personal y los recursos disponibles para redactar solicitudes de propuestas y licitaciones, preparar contratos, adquirir servicios y administrar finanzas.
- Contexto político, incluso si el proyecto está en riesgo de ser cancelado por una administración entrante.
- Factores legales y regulatorios, como si existen regulaciones que protegen a los posibles inversionistas así como procesos claros para asegurar la aprobación (p. ej., del gobierno nacional).
- Fuentes de financiación, incluso si la ciudad está recuperando los costos de manera eficiente para los servicios de gestión de residuos sólidos.
- Base técnica para el proyecto, como se analizó en el Paso 1 anterior.

Más información sobre las preguntas que las ciudades han abordado como parte de esta evaluación de preparación se encuentra disponible a través del [Cuestionario de preparación financiera del CCAC](#) (CCAC 2018b).

3. **Compromiso con las instituciones financieras.** Las ciudades han encontrado útil comenzar a trabajar con las instituciones financieras al inicio del proceso de definición del alcance del proyecto. Establecer esta relación temprano ayuda a garantizar que las ciudades cumplan con los criterios de elegibilidad de las instituciones, realicen análisis técnicos y financieros para cumplir con los requisitos de las instituciones y eviten desperdiciar recursos limitados. Por ejemplo, muchos bancos multinacionales grandes no dan préstamos a los municipios. Sin embargo, al interactuar con los bancos al inicio del proceso de definición del alcance del proyecto, las ciudades pueden comprender los pasos involucrados en el trabajo a través de un intermediario, como una agencia acreditada a nivel del gobierno nacional.

Las ciudades generalmente trabajan con instituciones financieras para identificar los instrumentos financieros que mejor se adaptan a su proyecto y para ajustar el “caso comercial” para su propuesta de proyecto. Para conocer las mejores prácticas sobre el vínculo con las instituciones



PUNTO CLAVE 

## Tipos de acuerdo con el sector privado

Las ciudades generalmente utilizan los siguientes tipos de acuerdos para asegurar el apoyo del sector privado para sus proyectos de gestión de residuos:

- **Los acuerdos de concesión** implican la selección de una empresa privada para que preste servicios a cambio de honorarios durante un período de tiempo determinado. Las concesiones pueden incluir diferentes tipos de acuerdos para la propiedad de sitios y equipos. Por ejemplo, una concesión para construir, poseer, operar y transferir requiere que la empresa privada construya, posea y opere una instalación hasta el final del plazo del contrato, momento en el cual la propiedad se transfiere a la ciudad.
- **Los acuerdos de diseño y construcción** implican la selección de firmas de ingeniería para desarrollar la infraestructura de gestión de residuos. Estos contratos no incluyen la operación ni la gestión del sitio.
- **Los contratos de servicio** implican la selección de una empresa para que asuma la responsabilidad de las operaciones diarias de una instalación o servicio. Estos contratos pueden ser basados en el desempeño, con pagos vinculados a la efectividad de un contratista.

Para obtener más información, consulte [\*Mejorar la eliminación de residuos sólidos en el municipio de San Cristóbal, República Dominicana\*](#) (EPA de EE. UU. 2018c)

financieras, consulte el [\*Documento básico para ciudades para acceder al financiamiento de proyectos municipales de residuos sólidos\*](#) de la Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA 2017c).

4. **Evaluar la viabilidad financiera.** Las evaluaciones de viabilidad financiera son un enfoque bien establecido para evaluar la viabilidad económica y la practicidad de un proyecto propuesto. Estas evaluaciones pueden requerir recursos considerables para su finalización; muchas ciudades solicitan subvenciones de asistencia técnica por parte de fundaciones u otras organizaciones para ayudar a reducir los costos de la realización de los estudios. Además, las ciudades pueden beneficiarse de una amplia gama de herramientas de modelado financiero que están disponibles sin costo a través de diversas sociedades internacionales. Por ejemplo, la Iniciativa Municipal de residuos sólidos de CCAC ofrece un [\*modelo financiero para evaluar la viabilidad económica de los proyectos de gestión de residuos orgánicos\*](#) (EPA de EE. UU. 2016c).

5. **Estructurar el financiamiento y completar las transacciones legales.** Las ciudades pueden estructurar el financiamiento de los proyectos de muchas formas. Se ha visto que es útil para las ciudades el trabajar en estrecho vínculo con instituciones financieras y otros socios potenciales para finalizar las transacciones legales. [\*Finanzas Municipales del Banco Mundial: Un Manual para los gobiernos locales\*](#) (Farvacque-Vitkovic y Kopanyi 2014) es un buen recurso para las ciudades sobre la estructuración del financiamiento de proyectos.

## Contrataciones con el sector privado

Las asociaciones público-privadas (PPPs) son contratos a largo plazo entre entidades privadas y una entidad gubernamental para la provisión de servicios públicos. En tales acuerdos, la parte privada asume una parte sustancial del riesgo del proyecto y la responsabilidad de la gestión, con la posibilidad de generar ganancias a largo plazo (PPP Knowledge Lab 2019). Mediante el uso de estos contratos formalizados, las empresas privadas pueden construir, operar y mantener las instalaciones de residuos. Este acuerdo puede ser una ventaja cuando la experiencia técnica es limitada, como en algunos países en vías de desarrollo.







CASO CONCRETO 

## Responsabilidad extendida del productor en Sudáfrica

Para obtener más información, consulte [el sitio web de la empresa](#) (PETCO 2020).

En 2004, la industria del tereftalato de polietileno (PET) de Sudáfrica creó voluntariamente una empresa (PET Recycling Company NPC, o PETCO) para implementar los esfuerzos de EPR (Responsabilidad Extendida del Productor) de la industria. Bajo el sistema PETCO, las empresas que convierten la resina PET en bienes pagan un impuesto sobre la cantidad de resina que compran. PETCO utiliza el dinero recolectado a través de la recaudación para financiar iniciativas de reciclaje de PET, educación y alcance del consumidor, y otras actividades.

Para tener éxito en un país en vías de desarrollo, un PPP debe ser flexible, ofrecer productos seguros y comprobados, garantizar el valor del dinero y cumplir con los requisitos de desempeño ambiental (USAID 2019a). Las PPP del sector de residuos sólidos son generalmente financiadas por tarifas de cobro, tarifas de propinas u otras tarifas directas a usuarios; por ello, es fundamental garantizar la aceptación de las partes interesadas antes de celebrar este tipo de sociedades legalmente vinculantes. También pueden financiarse con ingresos de la venta de subproductos del tratamiento de residuos, incluidos el biogás, la electricidad y el abono.

Las PPP generalmente están estructuradas para durar largos períodos de tiempo, lo que limita la flexibilidad de las ciudades. En muchos países, las firmas privadas son reacias a invertir en proyectos locales porque no están seguras de si el contrato seguirá siendo válido cuando la administración cambie. Las empresas generalmente requieren contratos a largo plazo para recuperar sus inversiones y obtener ganancias.

### Responsabilidad extendida del productor

Las ciudades en los países en vías de desarrollo pueden encontrar que el acceso a las fuentes de financiamiento mencionadas anteriormente es limitado o no es suficiente para cubrir todos los costos de la gestión de

residuos sólidos. Por ejemplo, en algunos países en vías de desarrollo, es posible que no sea factible instituir impuestos locales para cubrir los costos de la gestión de residuos causado por la capacidad limitada de pago de los residentes y mecanismos de cumplimiento inadecuados.

En los casos en los que las oportunidades para usar los ingresos internos son limitadas, algunos gobiernos utilizan sistemas de responsabilidad extendida del productor (EPR) para reducir la carga financiera del público para la gestión de residuos. Estos sistemas, que generalmente se adoptan a nivel nacional, usualmente establecen un requisito legal de que los productores asuman la responsabilidad por los bienes que han llegado al final de su vida útil. Esta responsabilidad suele ser financiera, pero puede ser administrativa y logística. En algunos casos, los productores deben pagar directamente a las ciudades para compensar el costo de la recolección y disposición de los bienes que produjeron originalmente. Los productores a menudo incorporan este costo en los precios de sus productos, lo que garantiza que tanto los productores como los consumidores de ciertos bienes sean quienes soporten la carga de la gestión de residuos sólidos, en lugar del público en general.



El EPR se ha utilizado en países en vías de desarrollo para gestionar residuos de una diversidad de tipos de productos, incluidos los empaques, residuos domésticos peligrosos, baterías y dispositivos electrónicos. Los gobiernos utilizaron numerosos tipos de instrumentos de EPR, a menudo combinando varios instrumentos en un paquete de EPR. Algunos programas frecuentes de EPR incluyen (Akenji 2012):

- **Requisitos de devolución de productos.** Los productores deben recolectar los productos al final de su vida útil.
- **Estándares de desempeño.** Estos estándares pueden establecer un contenido mínimo reciclado para los productos o determinar la cantidad de productos de posconsumo que los productores deben reciclar. Estos estándares incentivan el uso de componentes de productos que son más fáciles de reutilizar o reciclar.
- **Esquemas de depósito-reembolso.** Los consumidores deben pagar un depósito cuando compran un producto, pero luego se les reembolsa el depósito cuando devuelven el producto para su reciclaje o eliminación segura.
- **Honorarios por disposición anticipada.** Los consumidores deben pagar una tarifa al momento de la compra que refleje el costo de gestión de residuos posteriores al consumo.
- **Impuestos al material.** Los productores deben pagar un impuesto sobre las materias primas, que refleje el impacto ambiental de la eliminación de productos. Estos impuestos pueden incentivar a los productores a utilizar materiales más ecológicos.
- **Etiquetas ecológicas y concientización.** Las campañas de concientización pública pueden ayudar a educar a los consumidores sobre cuáles son los productos más ecológicos y sobre el proceso de recolección, separación y tratamiento de residuos. Los consumidores informados pueden tomar mejores decisiones entre productos al momento de la compra.

Las ciudades pueden enfrentar diversos desafíos al instituir sistemas de EPR. El desafío más frecuente que enfrentan las ciudades en los países en vías de desarrollo es el contar con una infraestructura insuficiente de recolección y tratamiento de los componentes del flujo de residuos incluidos bajo el sistema de EPR. Además, para algunos flujos de residuos puede ser difícil identificar al productor que debería ser responsable de la recolección y el tratamiento al final de la vida útil. Por ejemplo, en algunos países asiáticos, las pequeñas empresas reconstruyen y venden artículos electrónicos de segunda mano, a veces agregando logotipos de marcas de imitación para ayudar a revender el producto (Kojima et al. 2009). Esta renovación hace que sea difícil identificar al productor original cuando los productos llegan al final de su vida útil.

La Figura 6.2 presenta un ejemplo de colaboración entre los gobiernos locales y el sector privado para financiar proyectos de gestión de residuos sólidos en la Ribera Occidental y Gaza.





Figura 6.2. ESTUDIO DE CASO



## Asociaciones público-privadas en la Ribera Occidental y Gaza

Durante muchos años, los residuos sólidos en la Ribera Occidental y Gaza eran depositados en vertederos no regulados o quemados ilegalmente. Unas condiciones políticas y económicas inestables impidieron que los municipios invirtieran lo suficiente en infraestructura y en servicios de gestión de residuos sólidos. Para ayudar a mitigar esta situación, el Banco Mundial, la Comisión Europea, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y el Gobierno de Italia proporcionaron fondos para un vertedero sanitario en Al-Minya, dos estaciones de transferencia e infraestructura relacionada para Hebrón y Belén en la parte meridional de la Ribera Occidental. Esta área es el hogar de casi 1 millón de personas que generan casi 500 toneladas métricas de residuos por día.

Los gobiernos locales no contaban con la capacidad de gestionar de manera sostenible esta nueva infraestructura, por lo que el Consejo de Servicios Conjuntos para Hebrón y Belén (JSC-H&B) trabajó junto a la Corporación Financiera Internacional para diseñar un PPP con el fin de identificar un socio del sector privado que pudiera gestionar el vertedero. En septiembre de 2013, JSC-H&B firmó un contrato con un consorcio griego, W.A.T.T. S.A.-MESOGEOS S.A. y EPEM S.A., para gestionar el vertedero de Al-Minya, dos estaciones de transferencia en Hebrón y Tarquomiya, y la transferencia de residuos entre la estación de transferencia y el vertedero. Las municipalidades locales son aún responsables por la recolección de residuos primarios y JSC-H&B proporciona una garantía mínima de residuos de 500 toneladas métricas por día, pagando honorarios por cada tonelada de residuos gestionados. Debido a que JSC-H&B no pudo cubrir los costos de la PPP, el grupo del Banco Mundial también estructuró una subvención basada en la producción de USD 8 millones de la Asociación global de la ayuda basada en la producción para ayudar a cubrir las tarifas operativas y mejorar la sostenibilidad del sistema de gestión de residuos sólidos.

El proyecto creó más de 100 trabajos, mejoró los servicios para 840 000 residentes y reducirá los gases de efecto invernadero en 13 400 toneladas métricas para 2021. Además, otra subvención del Banco Mundial garantizó que los trabajadores del sector informal fueran capacitados para trabajar en otras áreas.

Para obtener más información, consulte la [Hoja informativa de historias de asociaciones público-privadas en la Ribera Occidental y Gaza de la Corporación Financiera Internacional](#) (IFC 2013) y el artículo del [blog del Banco Mundial sobre el PPP de la Ribera Occidental](#) (Blog del Banco Mundial 2019).





Esta página queda intencionalmente en blanco.

## 7 CARACTERIZACIÓN







### Recursos clave



[Desarrollar del plan integrado de gestión de residuos sólidos, manual de capacitación; Volumen 1: Caracterización y cuantificación de los residuos con proyecciones para el futuro \[Developing Integrated Solid Waste Management Plan, Training Manual; Volume 1: Waste Characterization and Quantification with Projections for Future\] \(\(PNUMA 2009a\)](#)



[Seminario web: Mejores prácticas para la caracterización de residuos \[Webinar: Best Practices for Waste Characterisation\] \(CCAC y EPA de EE. UU. 2018\)](#)





## Sección 7

# Caracterización de los residuos

La composición de los residuos es diferente en cada ciudad, centro urbano, país y región alrededor del mundo. En general, los países de ingresos medios y bajos tienen un porcentaje más alto de residuos orgánicos/ alimentos en sus flujos de residuos que los países de ingresos altos; mientras que los países de ingresos altos tienen una mayor proporción de materiales reciclables como papel, cartón, plástico y metal (Kaza et al. 2018). Estos diferentes tipos de residuos requieren diferentes estrategias de gestión de residuos sólidos, por lo que se descubrió que es necesario comprender los flujos de residuos de las ciudades para diseñar e implementar un sistema que sea pertinente y aplicable.

Esta sección proporciona una descripción general de las fuentes de residuos sólidos, los métodos de cuantificación y las mejores prácticas para la caracterización de los residuos.

## ¿Por qué es importante la caracterización de los residuos?

La información sobre las fuentes, la cantidad y la composición de los residuos sienta las bases para todas las etapas de un programa exitoso de gestión de residuos sólidos. En particular, comprender los siguientes factores ayuda a las ciudades a diseñar e implementar estrategias para mejorar aspectos específicos de sus estrategias sólidas de gestión de residuos:

- **Prevención y minimización de residuos.**

Comprender el flujo de residuos ayuda a las autoridades locales y a los responsables de la toma de decisiones a desarrollar campañas de difusión y medidas de políticas específicas. Por ejemplo, las campañas de difusión podrían alentar a los generadores de residuos orgánicos a gran escala (p. ej., mercados de producción) a construir biodigestores para generar biogás y digestato como enmienda para suelos, un aditivo que mejora el suelo a partir de los residuos de alimentos. Las ciudades también pueden utilizar los datos originados en estudios de caracterización de los residuos para identificar materiales no reciclables que deben estar en la mira de las estrategias de extensión de la prevención de residuos o políticas.

- **Recolección de residuos.** Comprender el flujo de residuos ayuda a las autoridades locales y a los responsables de la toma de decisiones a planificar las instalaciones y programas de recolección y almacenamiento (por ejemplo, conocer la cantidad y el tipo de residuos orgánicos generados influirá en las decisiones sobre los posibles programas de segregación en origen).
- **Reciclaje y tratamiento de residuos.** Comprender el flujo de residuos ayuda a las autoridades locales y a los responsables de la toma de decisiones a desarrollar una infraestructura adecuada y a planificar los cambios en el flujo de residuos causado por los cambios estacionales y las vacaciones. Por ejemplo, una ciudad necesitaría conocer la cantidad de residuos orgánicos generados dentro de sus límites para tomar decisiones sobre el tamaño adecuado de una instalación potencial de compostaje que también pueda manejar un aumento del flujo de entrada durante ciertos períodos.
- **Eliminación de residuos.** Comprender el flujo de residuos ayuda a las autoridades locales y a los responsables de la toma de decisiones a planificar la eliminación de residuos. Por ejemplo, un estudio de caracterización de residuos en un vertedero existente puede ayudar a una ciudad a determinar la situación de referencia y la efectividad del programa de gestión de residuos sólidos, estimar la vida útil restante del vertedero y planificar más opciones de tratamiento y desvío de residuos en el futuro.

La seguridad es una preocupación general en todas las etapas de la gestión de residuos sólidos. Algunos residuos requieren un manejo especial debido a la corrosividad, toxicidad u otras características peligrosas. Comprender la composición de los residuos permite a los trabajadores tomar las precauciones correspondientes. Para obtener más información, consulte la sección [Identificación de residuos especiales](#).



## Mejores prácticas

Esta sección describe una variedad de mejores prácticas para comprender el flujo de los residuos, incluido el conocimiento de las fuentes, la cantidad y la composición de los residuos, el desarrollo de proyecciones futuras de residuos y el tener en cuenta los residuos especiales.

### Evaluación del flujo de residuos

Se necesita una evaluación de referencia de las características actuales del flujo de residuos para proyectar las tasas futuras de generación de residuos y de composición. También es necesario comprender qué recursos (de capital u otros) podrían necesitar las ciudades a corto plazo para gestionar adecuadamente diferentes fracciones del flujo de residuos.

#### Fuentes

Los residuos sólidos pueden categorizarse según su origen. Las categorías comunes de generación de residuos incluyen:

- **Residencial.** Incluye todos los tipos de hogares, como viviendas unifamiliares, apartamentos y otros tipos de vivienda formal e informal. Los residuos generados por este sector generalmente incluyen residuos orgánicos y de alimentos, textiles, papel y cartón y pequeñas porciones de vidrio, caucho, cuero y metales. También se incluye una pequeña porción de plástico; esta fracción tiende a aumentar con el crecimiento económico y la globalización (ONU-Hábitat 2010). Los residuos domésticos peligrosos son un subconjunto de los residuos residenciales que incluyen productos químicos como pinturas, solventes, agentes de limpieza, baterías y aparatos electrónicos. Estos residuos se abordan en la sección [Identificación de residuos especiales](#).
- **Comercial.** Incluye edificios de oficinas, centros comerciales, hoteles, aeropuertos, restaurantes y mercados. Los mercados, restaurantes, comedores y hoteles tienden a tener flujos de residuos con un alto porcentaje de residuos alimentarios y otros componentes orgánicos. Las oficinas, los hoteles y los almacenes tienden a generar una gran cantidad de materiales reciclables como papel, cartón, plástico y vidrio.
- **Institucional.** Incluye escuelas, centros médicos y prisiones. Las instalaciones institucionales a menudo generan grandes cantidades de papel. Algunas

instituciones, incluidos los hospitales y las escuelas, también generan grandes volúmenes de residuos alimentarios. Las instalaciones médicas generan residuos peligrosos, que no deben manipularse junto a residuos sólidos generales. Las opciones de gestión se abordan en la sección [Identificación de los residuos especiales](#).

- **Industrial.** Incluye instalaciones de fabricación o procesos industriales. Los componentes de embalaje, residuos de comedores y baños, textiles, residuos de metal, residuos de madera o madera, la mampostería o concreto y otros residuos similares son residuos típicos de las instalaciones industriales. El tipo de residuo producido está relacionado con el tipo de industria, pero generalmente se produce en grandes cantidades. Por lo general, las industrias producen residuos peligrosos y no peligrosos, por lo que está entre las mejores prácticas el garantizar que los residuos peligrosos se manejen según los requisitos legales del país y no se mezclen y recolecten con residuos sólidos no peligrosos (ONU-Hábitat 2010).

#### Cantidad

Dos opciones básicas determinan las cantidades de desperdicio: el modelado y la medición. Muchas ciudades utilizan técnicas de modelado que dependen de las tasas de generación de los residuos genéricos para estimar la cantidad total de residuos generados. Estas técnicas suelen ser económicas, pero solo proporcionan una idea general de los volúmenes y los tipos de residuos. El uso de dichos datos genéricos aumenta la probabilidad de un cálculo erróneo de las cantidades y las tasas de generación de residuos (ONU-Hábitat 2010). En consecuencia, los resultados del modelado pueden no reflejar el flujo de residuos local de manera veraz. Las técnicas de modelado funcionan mejor si los datos de cantidad de residuos provienen de una ciudad vecina con características demográficas y fuentes similares, y se verifican posteriormente a través de métodos de prueba físicos.

Las técnicas de medición física son más precisas que las técnicas de modelado, pero también son más costosas y consumen más tiempo. Dichas técnicas implican tomar muestras del flujo de residuos local para desarrollar un perfil de residuos a través de métodos estadísticos para predecir la cantidad y composición total del flujo de residuos mediante el análisis de pequeños volúmenes de residuos. Esta auditoría puede ser desafiante porque las muestras deben analizarse varias veces a lo largo del año para dar cuenta de las variaciones estacionales (EPA de





CASO CONCRETO 

## Kampala, estudio de caracterización de residuos en Uganda

Para obtener más información, consulte el artículo de Komakech et al. *sobre el estudio de caracterización de residuos*.

La ciudad de Kampala, Uganda, realizó un estudio de caracterización de residuos en 2012 para evaluar las cantidades y los tipos de residuos desechados en el vertedero Kiteezi. La ciudad tomó muestras al azar de los residuos de los camiones que ingresaban al vertedero y analizó los residuos orgánicos para determinar su contenido energético. Los resultados del estudio fueron muy diferentes de los de otras ciudades subsaharianas africanas como Abuja, Accra y Gaborone (Komakech et al. 2014).

EE. UU. 1995). Una variedad de técnicas de medición, que podrían llevarse a cabo únicamente o combinarse con otras técnicas, incluyen (PNUMA 2009a):

- **Medir en el punto de generación.** Las técnicas de muestreo miden los residuos generados, realizando una encuesta en los hogares. Algunas ciudades también realizaron estudios en ciertas instalaciones institucionales, industriales y comerciales.
- **Examinar los registros que mantienen los generadores de residuos.** Algunos generadores comerciales, industriales e institucionales pueden tener registros sobre la cantidad de residuos que generan. Las ciudades podrían utilizar esta información para estimar las cantidades generadas por estos sectores.
- **Realizar encuestas de vehículos.** Las encuestas relacionadas con los vehículos de recolección de residuos proporcionan estimaciones de los residuos generados por diferentes fuentes y cómo se gestionan (p. ej., tratamiento, eliminación). Sin embargo, esta técnica no tiene en cuenta los residuos no recolectados o eliminados incorrectamente.
- **Examinar los registros en las instalaciones de eliminación.** La mayoría de las instalaciones de eliminación pesan los residuos entrantes. Si bien estos registros proporcionan una estimación de los

residuos desechados en una instalación, no capturan la cantidad generada y tratada (p. ej., reciclaje, compostaje) o eliminada incorrectamente (p. ej., quema abierta).

### Composición

Muchas ciudades utilizaron estudios de caracterización (o composición) de residuos para identificar los tipos y cantidades específicos de materiales en el flujo de residuos de un área designada. Estos estudios, que generalmente implican clasificar las muestras de residuos a mano, pueden personalizarse para satisfacer las necesidades locales. La exhaustividad de las categorías y los tipos de materiales (Figura 7.1) medidos depende de los objetivos del estudio y los tipos de residuos prevalentes en una ciudad en particular. Los estudios de caracterización de residuos generalmente se realizan en las siguientes ubicaciones:

- **Sitios de generación de residuos.** Las ciudades a menudo llevan a cabo estudios de caracterización mediante la clasificación de muestras de residuos recolectadas de residencias o en áreas comerciales (p. ej., en mercados de productos alimenticios).
- **Estaciones de transferencia.** Los residuos recolectados de sitios de generación (p. ej., hogares y negocios) a menudo se almacenan en una estación de transferencia antes de ser transportados a un sitio





**Figura 7.1. Categorías de residuos de muestra y materiales para la caracterización de residuos (EPA de EE. UU. 2018f)**

Categoría de residuos	Tipo de material	Ejemplos
Papel	Diarios/impresión	Periódicos
	Papel compostable	Pañuelos de papel, servilletas, toallas de papel
	Cartón corrugado	Cajas de embalaje/envío
	Papel de oficina	Sobres, papel para fotocopidora, papel membretado
	Mezcla de papel	Revistas, correo basura, cartón, catálogos, guías telefónicas
	Contenedores recubiertos de cera	Cajas de leche/jugo
Plástico	Envases/frascos de plástico (N.º 1 a 7 y no identificados)	Yogur, gaseosa, mantequilla, prescripción, leche, detergente, macetas
	Película de plástico	Bolsas de compras/basura, película suelta, empaque de alimentos
	Poliestireno	Empaques plásticos, cubiertos, tazas
	Otro plástico rígido	Baldes, juguetes, bolsos de almacenamiento, muebles
Residuos alimentarios	Hueso	Hueso
	Restos de comida	Verduras, carne, pan
Otros residuos sólidos	Pañales desechables	Pañales desechables
	Residuo fino	Materiales pequeños indistinguibles, generalmente de 0 a 2 centímetros
	Otros residuos	Materiales que no se ajustan a ninguna otra categoría
Metal	Otros restos de metal	Otros restos de metal, tanto ferroso como no ferroso
	Contenedores ferrosos	Latas de alimento para mascotas, latas de sopa, aerosoles
	Contenedores no ferrosos	Latas de refrescos, latas de cerveza
Vidrio	Vidrio transparente	Todos los vidrios transparentes
	Vidrio de color	Todos los vidrios de color
Residuos de jardinería	Fibra de planta dura	Materiales de madera: arbustos, ramas, tocones
	Residuos del jardín	Follaje, césped, materiales no leñosos
Otros productos orgánicos	Algodón	Algodón
	Textiles	Ropa, zapatos, tela, toallas, trapos
	Cuero	Cinturones, zapatos, carteras
	Caucho	Guantes
Electrónica	Electrónica	Teléfonos celulares, radios, computadoras
Peligroso	Peligroso	Pintura, baterías, instrumentos médicos cortopunzantes, productos químicos, residuos médicos
Residuos inertes	Palés/madera aserrada/madera	Palés, restos de madera
	Utensilios de barro/cerámica	Platos, tazas
	Materiales de construcción	Grava, ladrillos, asfalto, concreto, suciedad



PUNTO CLAVE 

## Riesgos asociados con las instalaciones de tratamiento de residuos de gran tamaño

Algunas ciudades adquirieron o construyeron involuntariamente instalaciones de tratamiento de residuos de gran tamaño como resultado de datos limitados o de baja calidad sobre la cantidad de residuos generados en sus comunidades, lo que resulta en costos de capital excesivos e innecesarios. Por este motivo, las ciudades a menudo prefieren ser conservadores y optar por tamaños más pequeños para sus instalaciones.

de eliminación. Las muestras de las estaciones de transferencia podrían proporcionar un perfil de la composición de residuos de la ciudad. El muestreo en múltiples estaciones de transferencia podría proporcionar información para informar la toma de decisiones en toda la ciudad.

- **Vertederos.** Los residuos que se entregan al vertedero o basurero local pueden muestrearse para determinar la composición de los residuos. Registrar la fuente (p. ej., vecindario y sector) de los residuos permite realizar un análisis más detallado de la caracterización.

Las características de los residuos varían según la ubicación debido al reciclaje y a las prácticas de eliminación inadecuadas. La ubicación de la caracterización de residuos debe seleccionarse en función del objetivo analítico deseado. Por ejemplo, los esfuerzos de caracterización de residuos en los sitios de generación de residuos podrían ayudar en los esfuerzos de difusión a los generadores de residuos, mientras que los de los sitios de eliminación podrían ayudar a identificar opciones alternativas de tratamiento, especialmente cuando los sitios de eliminación se quedan sin capacidad. La Figura 7.2 presenta un ejemplo de cómo una ciudad en México está utilizando los resultados de un estudio de caracterización de residuos para planificar un proyecto de tratamiento de residuos.

### Desarrollo de proyecciones futuras

Las ciudades descubrieron que es esencial proyectar las tasas futuras de generación de residuos y la composición

para poder dimensionar y diseñar programas e instalaciones que sean adecuados para el tratamiento de esos residuos.

#### Generación futura

Predecir las tendencias futuras de manera precisa es crucial para la viabilidad a largo plazo del programa. Las ciudades encontraron que los factores más importantes a considerar son los cambios en la población, el desarrollo económico y los cambios en las políticas públicas.

Las tendencias de la población local y regional son generalmente monitoreadas y proyectadas por agencias nacionales

El desarrollo económico tiene una relación directa con las tasas de generación de residuos; la generación de residuos per cápita aumenta con los aumentos en el desarrollo económico y los cambios en los comportamientos de consumo

Los cambios en la política pública pueden modificar rápidamente la cantidad y el tipo de materiales de residuos disponibles para respaldar una determinada opción.

#### Composición futura

Los cambios en la composición del flujo de residuos son una fuente considerable de incertidumbre en el futuro. Si bien las estimaciones genéricas nacionales son difíciles de aplicar a nivel local, pueden ser un buen punto de partida para tener en cuenta al momento de planificar un programa de gestión de los residuos sólidos.





Figura 7.2. ESTUDIO DE CASO



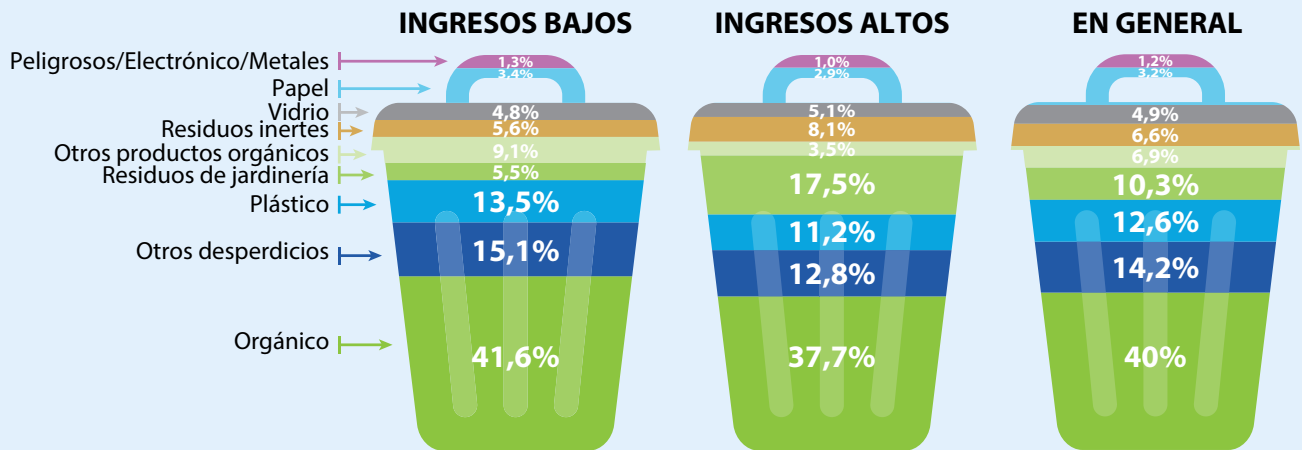
### Caracterización de residuos en Naucalpan, México

Naucalpan, un suburbio de la Ciudad de México, enfrenta varios desafíos relacionados con la gestión de residuos sólidos. Primero, la ciudad transporta grandes cantidades de residuos a otras localidades porque no tienen su propio vertedero, lo que consume una cantidad significativa de combustible y recursos. Además, Naucalpan no tiene un medio sistemático para separar y tratar los residuos orgánicos, que representan una fracción sustancial del flujo general de los residuos. Este contenido orgánico, que podría recuperarse y usarse para beneficio de Naucalpan, se incluye en los residuos que se eliminan en vertederos lejanos, donde se descompone, produciendo emisiones de metano.

Para ayudar a abordar estos desafíos, Naucalpan estaba considerando construir una instalación para tratar los residuos orgánicos a través de la digestión anaeróbica. El biogás recuperado del digestor se utilizaría para generar electricidad. Sin embargo, antes de emprender este emprendimiento, la ciudad necesitaba obtener datos de alta calidad sobre su flujo de residuos. Comprender la cantidad y los tipos de residuos orgánicos que podrían utilizarse como materia prima en el digestor anaeróbico fue un primer paso crítico para comprender la viabilidad del sistema.

En 2017, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA de EE. UU.), en nombre de la Iniciativa de Residuos de la Coalición de Aire Limpio y Clima, realizó un estudio de caracterización de residuos en la estación de transferencia de Naucalpan. El estudio indicó que aproximadamente el 69 por ciento de los residuos manipulados en la estación de transferencia podrían reciclarse o desviarse de otro modo del vertedero, y que más de la mitad de los residuos podrían utilizarse como materia prima en proyectos de compostaje o digestión anaeróbica. La ciudad está usando los resultados de este estudio para informar la toma de decisiones sobre el diseño del proyecto y las opciones de compras.

Para obtener más información, consulte la página web de la Coalición de Clima y Aire Limpio [sobre el análisis del flujo de residuos en Naucalpan](#) (EPA de EE. UU. 2018b).





Muchas ciudades han encontrado útil considerar las siguientes tendencias generales con respecto a la composición de los residuos sólidos al realizar la planificación a largo plazo para la eliminación de residuos:

- La fracción de papel, plástico (particularmente embalaje) y residuos electrónicos generalmente aumenta a medida que mejora la situación económica.
- La fracción de alimentos y residuos verdes generalmente disminuye con una mejora de la situación económica (ver Figura 7.3).
- La densidad aparente de los residuos disminuye con niveles crecientes de desarrollo económico debido al mayor porcentaje de productos de papel y plástico, junto con una fracción más baja de cenizas y residuos de alimentos (Savage et al. 1998).

### Identificación de residuos especiales ✓

Los residuos especiales requieren procesos de manipulación, tratamiento y eliminación especializados. Si se eliminan en el flujo de residuos sólidos, estos residuos pueden representar graves riesgos para la salud de los trabajadores, los vecindarios cercanos y el medio ambiente. Sin embargo, los hogares, las instalaciones comerciales e industriales y otros generadores de residuos a veces mezclan los residuos especiales con el flujo de residuos sólidos municipales. Debido a los peligros que representan estos residuos, es importante caracterizar rigurosamente los flujos de residuos, instituir la segregación de residuos especiales y garantizar la recolección por separado y la eliminación adecuada de los residuos especiales. La Figura 7.4 identifica una diversidad de residuos especiales, los peligros que representan y las posibles soluciones para su manejo.

Figura 7.3. Composición global de residuos por nivel de ingresos (Kaza et al. 2018).

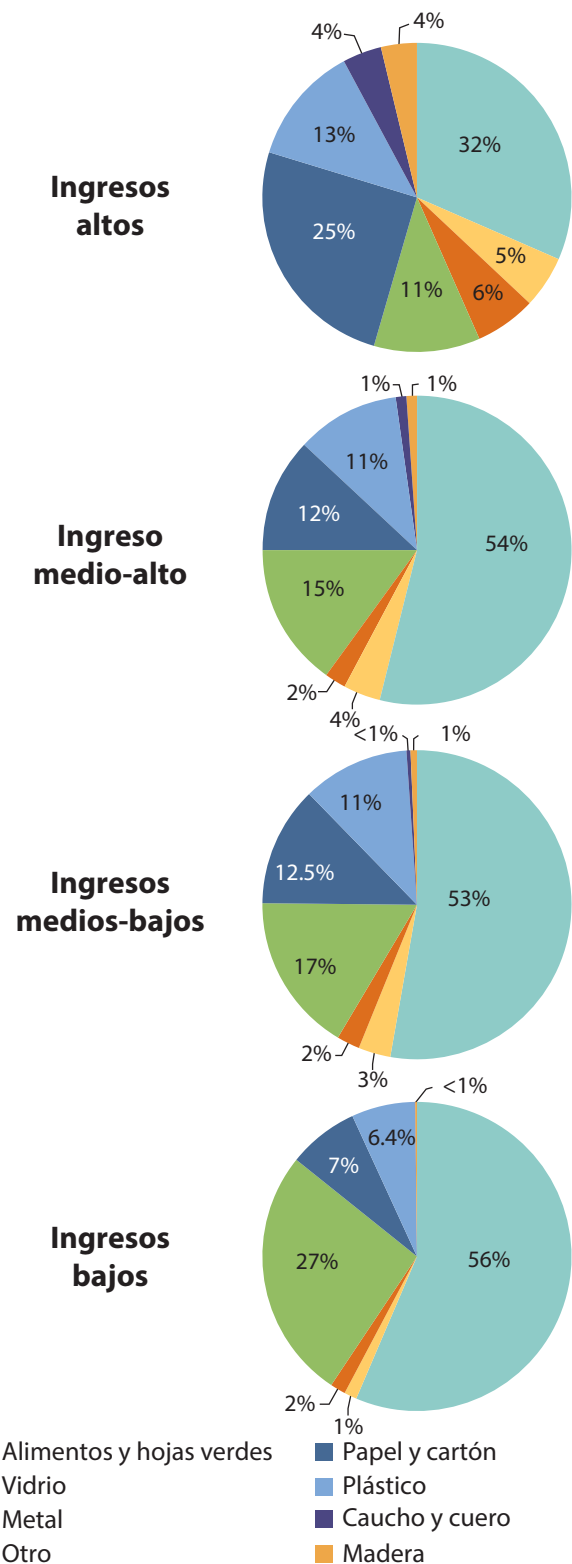


Figura 7.4. Descripción general y recursos en relación a los residuos especiales

Residuos	Descripción	Peligro	Solución de gestión	Más información
Residuos electrónicos	Dispositivos electrónicos usados que se desechan o envían a un reciclador	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exposición humana a contaminantes y sustancias cancerígenas</li> <li>Emisiones ambientales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Normas y aplicación para el procesamiento de residuos electrónicos</li> <li>Formación y desarrollo de capacidades para lograr prácticas de gestión racionales</li> </ul>	<p><a href="#">Programa de las Naciones Unidas para el Medioambiente sobre la recuperación de materiales respetuosos con el medio ambiente [United Nations Environment Programme guideline on environmentally sound material recovery]</a> (PNUMA 2013)</p>
Residuos médicos	Residuos médicos peligrosos o altamente peligrosos: productos químicos y medicamentos, objetos cortopunzantes, heces, fluidos corporales, residuos radiactivos y artículos similares	Transmisión de enfermedades	<ul style="list-style-type: none"> <li>Segregación de residuos</li> <li>Capacitación y aplicación en centros médicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="#">Pautas ambientales del sector de la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos: Residuos sanitarios [United States Agency for International Development Sector Environmental Guidelines: Healthcare Waste]</a> (USAID 2019c)</li> <li><a href="#">Gestión segura de residuos de las actividades de atención médica de la Organización Mundial de la Salud [World Health Organization Safe Management of Wastes from Health-Care Activities]</a> (OMS 2014)</li> </ul>
Baterías	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baterías recargables utilizadas en los sectores automotriz e industrial</li> <li>Pilas secas</li> <li>Baterías de iones de litio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Liberaciones ambientales de partículas de plomo y vapores de fundición</li> <li>Exposición humana: quemaduras en la piel y los ojos</li> <li>Liberaciones ambientales de metales pesados</li> <li>Incendios en instalaciones de residuos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora de políticas y aplicación</li> <li>Capacitación y desarrollo de capacidades para lograr prácticas de gestión racionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="#">Sitio web Alternativas ambientales de las Naciones Unidas a las baterías de plomo ácido [United Nations Environment Alternatives to Lead Acid Batteries website]</a> (PNUMA sin fecha(b))</li> <li><a href="#">Comité para la cooperación medioambiental (CEC) Gestión respetuosa con el medio ambiente de las baterías de plomo y ácido gastadas en América del Norte [Commission for Environmental Cooperation (CEC): Environmentally Sound Management of Spent Lead-Acid Batteries in North America]</a> (CEC 2016)</li> <li><a href="#">Reciclaje de baterías de plomo y ácido usadas, Organización Mundial de la Salud: Consideraciones de salud [World Health Organization Recycling Used Lead-Acid Batteries: Health Considerations]</a> (OMS 2017)</li> <li><a href="#">Manual de capacitación de la Convención de Basilea para la preparación de los planes de gestión nacional de baterías de plomo y ácido usadas [Basel Convention Training Manual for the Preparation of Used Lead Acid Batteries National Management Plans]</a> (PNUMA sin fecha(d))</li> </ul>
Residuos domésticos peligrosos	Productos domésticos peligrosos que son inflamables, corrosivos o tóxicos (p. ej., limpiadores, pinturas, aceite de motor)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emisiones ambientales</li> <li>Inflamabilidad o reacciones químicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alcance público para reducir los residuos y mejorar la manipulación o eliminación adecuada</li> <li>Programas para aceptar y procesar los desperdicios de manera responsable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="#">Sitio web de residuos domésticos peligrosos de la EPA de los EE. UU. [U.S. EPA Household Hazardous Waste (HHW) website]</a> (EPA de EE. UU. 2019b)</li> <li><a href="#">Informe de gestión de los residuos sólidos del Programa Ambiental de las Naciones Unidas [United Nations Environment Programme Solid Waste Management report]</a> (PNUMA 2005a)</li> </ul>
Residuos peligrosos industriales y comerciales	Residuos de procesos comerciales o industriales que son tóxicos o peligrosos (p. ej., solventes, tinta, residuos de acabado metálico)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emisiones ambientales</li> <li>Toxicidad</li> <li>Inflamabilidad o reacciones químicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Normas y aplicación para el procesamiento de residuos peligrosos</li> <li>Formación y desarrollo de capacidades para lograr prácticas de gestión racionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="#">Sitio web de generadores de residuos peligrosos de la EPA de EE. UU. [U.S. EPA Hazardous Waste Generators website]</a> (EPA de EE. UU. 2020b)</li> <li><a href="#">EPA de EE. UU. Manejo de sus residuos peligrosos: Una guía para pequeñas empresas [U.S. EPA: Managing Your Hazardous Waste: A Guide for Small Businesses]</a> (EPA de EE. UU. 2020c)</li> <li><a href="#">Informe sobre la gestión de residuos sólidos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [United Nations Environment Programme Solid Waste Management Report]</a> (PNUMA 2005a)</li> </ul>



Figura 7.4. Descripción general y recursos en relación a los residuos especiales

Neumáticos	Neumáticos para vehículos realizados en compuestos complejos de caucho natural y sintético	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustión espontánea y liberaciones de toxinas relacionadas</li> <li>• Daño ambiental a hábitats o vías fluviales</li> <li>• Refugio para patógenos transmitidos por el agua o vectores de enfermedades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contacto con talleres de reparación de automóviles y depósitos de chatarra acerca de los métodos adecuados de almacenamiento, reciclaje y eliminación</li> <li>• Cooperar con los recicladores para identificar opciones y mercados de reutilización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Neumáticos de desecho de la EPA de EE. UU.: Manual de aplicaciones y gestión de reciclaje para EE. UU. y México [U.S. EPA Scrap Tires: Handbook on Recycling Applications and Management for the U.S. and Mexico]</a> (EPA de EE. UU. 2010)</li> <li>• <a href="#">Pautas técnicas de las Naciones Unidas para la gestión respetuosa con el medio ambiente de los neumáticos usados y neumáticos de desecho [United Nations Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Used and Waste Pneumatic Tyres]</a> (PNUMA 2011)</li> <li>• <a href="#">Reciclaje de neumáticos de desecho en Canadá [Scrap Tire Recycling in Canada]</a> (Pehlken y Essadiqi 2005)</li> </ul>
Estiércol animal	Residuos provenientes de instalaciones de procesamiento de animales que sirven a áreas urbanas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gases y olores perjudiciales para la salud humana</li> <li>• Contaminación de la tierra o el agua (p. ej., bacterias nocivas para los seres humanos, las plantas o los organismos)</li> </ul>	Procesos para tratamiento (p. ej., compostaje) o residuos de vertederos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Estrategias y prácticas sostenibles para el manejo del estiércol animal [Sustainable Animal Manure Management Strategies and Practices]</a> (Malomo et al. 2013)</li> <li>• <a href="#">Estiércoles animales: Tecnologías de reciclaje y gestión [Animal Manures: Recycling and Management Technologies]</a> (Gómez-Brandón et al. 2013)</li> <li>• <a href="#">Pautas para la gestión sostenible del estiércol en sistemas asiáticos de producción ganadera [Guidelines for Sustainable Manure Management in Asian Livestock Production Systems]</a> (IAEA 2008)</li> <li>• <a href="#">Sitio web del Puesto de Conocimiento sobre el Estiércol de la CCAC [CCAC Manure Knowledge Kiosk website]</a> (CCAC sin fecha(d))</li> </ul>
Residuos de la construcción y demolición	Paneles de yeso, tejas, madera, ladrillos, concreto y revestimientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetos cortopunzantes (p. ej., clavos, vidrio) que pueden transmitir enfermedades (p. ej., tétanos)</li> <li>• Moho de materiales que han estado expuestos a los elementos</li> <li>• Materiales peligrosos o cancerígenos (p. ej., asbesto)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contacto con constructores y desarrolladores sobre los métodos adecuados de almacenamiento, reciclaje y eliminación</li> <li>• Procedimientos para un relleno sanitario adecuado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Opciones de gestión de materiales sostenibles para residuos de construcción y demolición de la EPA de EE. UU. [U.S. EPA Sustainable Materials Management Options for Construction and Demolition Debris]</a> (EPA de EE. UU. 2018e)</li> </ul>
Bombillas fluorescentes	Bombillas de luz quemadas	Exposición al mercurio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesos para recolectar bulbos y recuperar materiales (p. ej., vidrio y polvo con mercurio)</li> <li>• Capacitación y desarrollo de capacidades para lograr prácticas de gestión racionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Libro práctico sobre el almacenamiento y la eliminación de residuos de mercurio [Practical Sourcebook on Mercury Waste Storage and Disposal]</a> (PNUMA 2015)</li> </ul>





Esta página queda intencionalmente en blanco.



## 8 PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN







### Recursos clave

-  [Gestión y transformación de los flujos de residuos: Una herramienta para las comunidades \[Managing and Transforming Waste Streams: A Tool for Communities\]](#) (EPA de EE. UU. 2017c)
-  [Conjunto de herramientas: Reducción de la huella de desperdicio de los alimentos \[Toolkit: Reducing the Food Wastage Footprint\]](#) (FAO 2013)
-  [Los residuos alimentarios como un problema global: desde la perspectiva de la gestión de residuos sólidos municipales \[Food Waste as a Global Issue – From the Perspective of Municipal Solid Waste Management\]](#) (ISWA 2013a)
-  [Residuos alimentarios: Un compromiso global de reducir a la mitad los residuos alimentarios para 2025 \[Food Waste: A Global Commitment to Halving Food Waste by 2025\]](#) (CGF 2020)
-  [Informes de análisis y hojas informativas de la pérdida de alimentos \[Food Loss Analysis Reports and Fact Sheets\]](#) (FAO 2020)



## Sección 8

# Prevención y minimización

La prevención y la minimización de los residuos, y los procesos y prácticas destinados a reducir la cantidad de los residuos que se producen, es una de las mejores prácticas para los sistemas de gestión de residuos sólidos. Reducir los residuos y reutilizar los materiales no solo es beneficioso para el medio ambiente, sino que también puede traer beneficios para la salud pública y ahorrar dinero.

Esta sección proporciona una descripción general de la prevención y la minimización de residuos y cómo incorporarlos en un plan de gestión de residuos sólidos.

## ¿Qué es la prevención y minimización de residuos?

La prevención de residuos, a menudo llamada reducción en origen, significa reducir la generación total de residuos. La prevención y la minimización de residuos pueden direccionarse hacia los residuos alimentarios, material de empaque y productos desechables, que son algunos de los artículos típicos en los flujos de residuos.

- **Los residuos alimentarios** pueden abordarse redistribuyendo alimentos que de otro modo se desperdiciarían. Algunos ejemplos incluyen el uso de aplicaciones que vinculen a los donantes de alimentos, como restaurantes, proveedores de alimentos y tiendas de comestibles, con bancos de alimentos; el uso de refrigeradores comunitarios donde los hogares más necesitados puedan acceder al excedente de alimentos de otro hogar; y campañas de concientización tendientes a aumentar el consumo de frutas y verduras que, de otro modo, se desperdiciarían porque no tienen la forma, el tamaño o el color ideales. Consulte la Figura 8.1 para ver un estudio de caso sobre la reducción de residuos de alimentos en Hong Kong.
- Se puede minimizar el **material de empaque** mediante la búsqueda de productos que tengan un empaque mínimo e instituyendo tarifas para las bolsas de plástico y papel.
- El uso de **productos desechables** se puede minimizar al fomentar la compra de productos duraderos y resistentes.



La prevención de residuos puede ser tan simple como cambiar de productos desechables a reutilizables, o tan compleja como rediseñar un producto para que utilice menos materias primas o dure más tiempo.

## ¿Por qué es importante la prevención y la minimización de los residuos?

Debido a que la prevención de residuos evita la generación de residuos, es la actividad de preferencia y la más rentable en relación a la gestión de residuos sólidos. Prevenir o minimizar los residuos conserva los recursos (p. ej., al reducir los costos de recolección y transporte), protege el medio ambiente y evita la liberación de gases de efecto invernadero (EPA de EE. UU. 2017f).

## Cómo incorporar la prevención y la minimización a la gestión de residuos

Las partes interesadas en todos los niveles desempeñan un papel importante en la prevención y la minimización de los residuos, y las estrategias de prevención y minimización deben tener en cuenta las normas y prácticas sociales del medio, y las condiciones económicas y del mercado. La sección [Compromiso de las partes interesadas](#) identifica las mejores prácticas para el trabajo con una diversidad de personas y organizaciones con el fin de diseñar estrategias eficaces de gestión de residuos sólidos.



PUNTO CLAVE 

## Desafíos en la implementación de políticas de prevención y minimización de residuos

Las ciudades enfrentan muchos desafíos con la implementación de políticas que requieren cambios generalizados en el comportamiento comercial y del consumidor. Varios países han promulgado políticas que prohíben o restringen las bolsas de plástico de un solo uso. Las bolsas no recolectadas con frecuencia se convierten en basura que obstruye los drenajes de aguas pluviales, impide los procesos de tratamiento de aguas residuales y viaja corriente abajo hasta convertirse en basura marina.

Algunos desafíos que los países a veces enfrentan al prohibir la venta o el uso de estas bolsas incluyen:

- Proveedores que usan bolsas de plástico compradas a través del mercado negro
- Consumidores que hacen uso de bolsas alternativas que tienen otros impactos ambientales (p. ej., bolsas hechas de materiales no sostenibles)
- Acceso limitado de los consumidores y proveedores a alternativas económicamente viables.

Estos desafíos resaltan la importancia de trabajar estrechamente con las partes interesadas para desarrollar soluciones racionales que puedan aplicarse de manera efectiva.

Muchos países ya practican alguna forma de reducción de los residuos porque las personas valoran los materiales de manera diferente según su cultura. Reparar y reutilizar, reciclar, revender, intercambiar y entregar bienes usados como regalos son prácticas que en algunas partes del mundo son fomentadas (PNUMA 2005a).

Reducir la cantidad de residuos a ser transportados y eliminados está entre las mejores prácticas de los programas de gestión de residuos sólidos. Los residuos pueden recuperarse en origen, durante el transporte o en el vertedero. La separación temprana es preferible porque conduce a materiales más limpios y de mayor calidad y también reduce los costos de transporte y eliminación. Los incentivos que integran y fomentan la participación del sector informal pueden ser esenciales para minimizar los residuos (USAID 2018). Consulte la sección [Separación, recolección y transporte](#).

Como se analizó en la sección [Caracterización de residuos](#), el desarrollo económico generalmente conduce a un mayor consumo de diferentes tipos de bienes (especialmente los productos electrónicos). Muchas ciudades, por lo tanto, han encontrado útil tener en cuenta las proyecciones de desarrollo económico al momento de planificar estrategias de prevención y minimización de los residuos.



Figura 8.1. ESTUDIO DE CASO



## Prevención de residuos alimentarios en Hong Kong

En Hong Kong, se desperdician aproximadamente 3600 toneladas métricas de alimentos por día. Los residuos alimentarios representan aproximadamente el 40 por ciento de todos los residuos sólidos que se recolectan y transportan para ser eliminados en vertederos, lo que resulta en un uso excesivo de combustible, de la capacidad de los vertederos y de la mano de obra. Gran parte de estos residuos alimentarios proviene de los supermercados, que generalmente desechan productos que no cumplen con las preferencias del consumidor.

PARKnSHOP, que opera casi 300 supermercados en Hong Kong, ha estado trabajando para reducir los residuos alimentarios y, al mismo tiempo, abordar otra preocupación social: proporcionar alimentos para las poblaciones menos favorecidas. La cadena de supermercados creó una asociación con una organización no gubernamental local (ONG) llamada "Food Rescue for the Needy" (Rescate de alimentos para los más necesitados). A través de este programa, el supermercado entrega el excedente de alimentos, que de otra manera se desperdiciaría, a la ONG y esta lo distribuye a personas o familias necesitadas. De 2012 a 2018, PARKnSHOP donó más de 800 toneladas métricas de alimentos que de otro modo habrían terminado en vertederos.

Para obtener más información, consulte el perfil de PARKnSHOP en el *Folleto de residuos alimentarios del Foro de Bienes de Consumo* (CGF 2018).





Esta página queda intencionalmente en blanco.

# 9 SEPARACIÓN, RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE







## Recursos clave

-  [Recolección de los residuos sólidos municipales en países en vías de desarrollo \[Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries\]](#) (ONU-Habitat 2010)
-  [Mejores prácticas de gestión para optimizar las rutas de recolección de residuos \[Best Management Practices for Optimizing Waste Collection Routes\]](#) (EPA de EE. UU. 2015)
-  [Estaciones de transferencia de residuos: Un manual para la toma de decisiones \[Waste Transfer Stations: A Manual for Decision-Making\]](#) (EPA de EE. UU. 2002b)
-  [Recolección de residuos: Un informe \[Waste Collection: A Report\]](#) (Kogler 2007)



## Sección 9

# Separación, recolección y transporte

Los programas efectivos de separación y recolección de residuos son un componente crítico de un sistema integrado de gestión de residuos sólidos. Estas actividades involucran a una diversidad de interesados, desde hogares individuales hasta operadores de flotas de recolección; muchas ciudades han verificado la importancia de establecer métodos claros de comunicación y coordinación entre esos grupos. Una separación, recolección y transporte efectivo de los residuos también implica una diversidad de tipos de infraestructura, incluyendo receptáculos para separar y almacenar residuos antes de que se recojan, y vehículos como carros, bicicletas o triciclos y camiones.

Esta sección proporciona una descripción general de los beneficios y los desafíos de una separación, recolección y transporte adecuado de los residuos, así como las mejores prácticas para implementar estos programas.

## ¿Por qué es importante la recolección?

Los residuos no recolectados producen basura, vertidos ilegales y quemas, que a su vez pueden causar graves impactos para la salud y el medio ambiente. Estos incluyen:

- **Basura marina.** Los plásticos que viajan a través de los sistemas de aguas residuales y pluviales terminan

en los cuerpos de agua que fluyen hacia los océanos. Para obtener más información sobre la relación entre el manejo de los residuos sólidos y la arena marina, consulte la sección de Basura marina.

- **Inundaciones locales.** Los residuos pueden obstruir los desagües y desacelerar o detener el flujo de las aguas pluviales hacia afuera de una ciudad.
- **Pérdida de valor inmobiliario.** La presencia de residuos que son arrojados en calles o lotes abiertos puede llevar a una disminución en los valores de la tierra.
- **Propagación de enfermedades.** Las alimañas tales como parásitos, roedores y cerdos son atraídas por los residuos que no son recolectados y pueden transmitir diversas enfermedades.
- **Contaminación local del agua.** El lixiviado de los residuos que se vierten en espacios abiertos puede contaminar las fuentes de agua locales.
- **Contaminación local del aire.** La quema de los residuos que no son recolectados contribuye a aumentar las concentraciones locales de contaminantes nocivos, como partículas finas y compuestos orgánicos volátiles.



CASO CONCRETO



## Obstrucción de drenajes

La obstrucción de drenajes debido a residuos que no son recolectados fue la causa de una inundación importante y un brote de enfermedades transmitidas por el agua en Surat, India, en 1994 (Wilson et al. 2013). También se ha responsabilizado a la obstrucción de los drenajes ocasionada por residuos de bolsas de plástico por las inundaciones en Ghana (Hinshaw 2015) y Bangladesh (BBC News 2002). Los residuos pueden ser empujados por las aguas pluviales o el viento puede llevarlos hacia los drenajes de las instalaciones cercanas de recolección o transferencia. Este problema se puede prevenir fácilmente y es una buena práctica colocar dichas instalaciones lejos de drenajes abiertos.





## PUNTO CLAVE



## Cobertura de la recolección frente a eficiencia de la recolección

Al momento de establecer objetivos de recolección, las ciudades han visto que es importante distinguir entre cobertura de recolección y eficiencia de recolección. La cobertura de la recolección usualmente refiere a la fracción del área geográfica de la ciudad sobre la cual se prestan los servicios de recolección. La eficiencia en la recolección generalmente refiere a la fracción de residuos generados en un área determinada en la que se lleva a cabo la recolección. Cuando una ciudad recoge gran parte de los residuos generados en una pequeña parte de su dominio geográfico, se dice que tiene una alta eficiencia de recolección, pero una baja cobertura de recolección.

- **Cambio climático global.** La descomposición de los residuos orgánicos en condiciones anaeróbicas conduce a emisiones de metano, un poderoso gas de efecto invernadero. Además, la quema de residuos que no son recolectados contribuye a las emisiones de carbono negro, un componente de las partículas finas. El carbono negro es un contaminante climático de corta duración que tiene impactos significativos sobre el cambio climático global.
- **Falta de fondos.** Muchas ciudades enfrentan una escasez de fondos, así como demandas contrapuestas para que se proporcionen diversos servicios públicos.
- **Concientización y participación limitada de las partes interesadas.** La efectividad de los esquemas de recolección depende de que el público esté bien informado y dispuesto a participar, especialmente en los casos en que las ciudades implementen sistemas de recolección de separación en origen (que se analizan a continuación). Para obtener más información sobre las estrategias para trabajar junto al público para crear conciencia y aumentar la participación, consulte la sección [Compromiso de las partes interesadas](#).

## Desafíos

Muchas ciudades tienen dificultades para aumentar la cobertura y la eficiencia de la recolección de residuos debido a una amplia gama de factores complejos, que incluyen:

- **Mayor volumen de residuos.** La rápida urbanización, el crecimiento poblacional y los patrones de consumo cambiantes con el crecimiento económico contribuyen a un aumento en la cantidad de residuos que son generados.
- **Espacio limitado para almacenar y transferir los residuos.** El aumento de la densidad de la población disminuye la cantidad de espacio disponible para los contenedores comunitarios y las estaciones de transferencia.
- **Obstáculos físicos para la recolección.** Por ejemplo, las ciudades construidas en valles o en pendientes empinadas tienden a tener caminos estrechos que son difíciles de recorrer para lograr una recolección adecuada de los residuos.

## Mejores prácticas

Esta sección describe las mejores prácticas para el almacenamiento y la recolección de residuos, incluida la comprensión de la composición de los residuos, la identificación del almacenamiento adecuado de los residuos antes de la recolección, la planificación de los sitios de recolección, la separación de residuos para facilitar la recolección para su adecuado tratamiento y eliminación, la incorporación del sector informal en la recolección de residuos, la incorporación de estaciones de transferencia, la optimización de la frecuencia y las rutas de recolección y el uso de los vehículos de recolección más adecuados.





CASO CONCRETO 

## Recolección puerta a puerta en Trichy, India

Para obtener más información, consulte el artículo del Times of India, [Código QR para rastrear la recolección de residuos de Trichy](#) (Karthik 2018).

La ciudad de Trichy puso a prueba el uso de los códigos de respuesta rápida (RR) ofreciéndolos a residentes y establecimientos comerciales en una sola sala. La información se ingresa en línea y al instante a medida que los recolectores de residuos escanean el código RR en cada punto de recolección, lo que garantiza que no se omita ningún punto de recolección. Bangalore llevó a cabo un plan piloto similar, pero lo amplió para garantizar la segregación adecuada al hacer que los recolectores de residuos deban cargar fotografías de los residuos no segregados junto con el código RR adecuado.

Figura 9.1. Características de la infraestructura de almacenamiento



### Composición de los residuos

Caracterizar las fuentes, las cantidades y los tipos de residuos puede ayudar a una ciudad a planificar su recolección de residuos. Por ejemplo, las ciudades necesitan conocer el volumen de cada fracción del flujo de residuos en cada parte de la ciudad para poder establecer frecuencias de recolección apropiadas. Para obtener más información acerca de la comprensión del flujo de residuos, consulte la sección [Caracterización de los residuos](#).

### Infraestructura de almacenamiento

Las ciudades utilizan la infraestructura de almacenamiento de residuos para aglomerar los residuos recolectados antes de transportarlos a una instalación de eliminación. En las ciudades se utiliza una diversidad de instalaciones y equipos descentralizados para el almacenaje de residuos, incluidos depósitos, cajas o contenedores cerrados, botes o tambores fijos para almacenamiento comunitario y contenedores, cubetas o bolsas portátiles para almacenamiento residencial (PNUMA 2005a).

Las ciudades se benefician cuando tienen en cuenta diversos factores al momento de planificar esta infraestructura, por ejemplo, qué tipo de contenedor se debe usar para diferentes tipos de residuos, qué

tamaño de contenedor se debe utilizar y dónde se deben ubicar los contenedores. Los sistemas para recolectar y almacenar residuos son más efectivos cuando están diseñados para dar cuenta de las normas y prácticas culturales. Por ejemplo, las ciudades pueden ubicar contenedores en lugares a los que los camiones recolectores acceden fácilmente por la mañana, cuando la mayoría de los hogares normalmente desechan sus residuos. Las ciudades pueden recibir aportes de las partes interesadas durante el proceso de planificación de la infraestructura de almacenamiento (consulte la sección [Compromiso de las partes interesadas](#) para obtener más información).

### Ubicación

Un enfoque exitoso consiste en ubicar contenedores en áreas que sean de fácil acceso para los vehículos de recolección, a distancias a pie de los usuarios previstos







CASO CONCRETO 

## Recolección comunal en Addis Ababa, Etiopía

Para obtener más información, consulte las **actividades de recolección de residuos de la ciudad en la Plataforma Municipal de Conocimiento de residuos sólidos** (CCAC 2015).

La Autoridad de limpieza de Addis Ababa es responsable por la recolección de residuos primarios. La autoridad emplea microempresas y pequeñas empresas registradas. Estas empresas equipan a los trabajadores con carros de carga de 1,5 metros cúbicos para recolectar residuos casi una vez por día en edificios residenciales multifamiliares, siguiendo el modelo de recolección comunal. Cuando los trabajadores llegan a un edificio, alertan a los residentes (p. ej., haciendo sonar una campana) para que estos lleven sus residuos a la entrada del edificio. Luego, los trabajadores transportan los residuos usando carros de empuje a un “punto de omisión” (es decir, estación de transferencia; ver Figura 9.6), donde se almacenan en contenedores de 8 metros cúbicos hasta que un camión los recoja.

y en lugares que los residentes consideren aceptables. Un sistema de almacenamiento bien diseñado no será efectivo si los contenedores están en lugares que son inconvenientes para los residentes o los recolectores de residuos.

### Diseño

Como parte de las mejores prácticas está el diseñar contenedores de recolección de residuos para que sean fáciles de usar. Los contenedores urbanos que son difíciles de usar (p. ej., si tienen tapas mecánicas pesadas) alientan a las personas a dejar caer sus residuos junto al contenedor en lugar de dentro de él. Este factor no solo genera problemas de higiene, sino que los residuos dispersos tardan más tiempo en cargarse en los vehículos de recolección. En áreas donde es común que los niños desechen los residuos domésticos, las ciudades encontraron útil el diseñar contenedores que puedan ser operados con facilidad por los niños (p. ej., contenedores de altura más corta y con tapas fáciles de abrir).

Si los residuos se separan antes de la recolección, el diseño de los contenedores en hogares y lugares comunitarios puede alentar a las personas a colocar los residuos en el contenedor adecuado. Por ejemplo, los contenedores pueden codificarse por colores para facilitar la separación de los residuos; el azul puede

representar materiales reciclables y el marrón puede representar residuos orgánicos. En los contenedores o sus cercanías se pueden colocar imágenes y listas de lo que se puede y no se puede colocar en los contenedores comunitarios.

Dimensionar adecuadamente los contenedores también es una buena práctica. Si los contenedores son demasiado pequeños, los residuos se acumularán en el suelo a su alrededor. Si son demasiado grandes, las personas pueden verse tentadas a desechar artículos grandes y voluminosos en los contenedores.

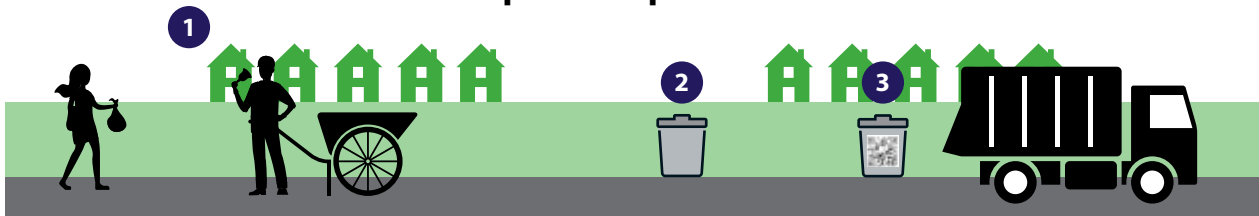
### Mantenimiento

El mantenimiento de las áreas alrededor de los contenedores de recolección de residuos está entre las mejores prácticas ya que es más probable que los residentes desechen los residuos fuera de los contenedores si están sucios u obstruidos (ONU-Hábitat 2010). En muchos países, el sector informal habitualmente clasifica los residuos en contenedores comunales, buscando artículos que pueden vender a los recicladores, lo que puede dar como resultado que haya residuos dispersos alrededor de los contenedores. Los animales callejeros a menudo buscan alimentos alrededor de los contenedores de residuos. Un enfoque para controlar este problema es dar a los trabajadores del



Figura 9.2. Comparación ilustrativa de modelos de recolección

### Recolección puerta a puerta o en la acera



- 1 Los residuos se recogen en la acera de cada hogar. A medida que pasan los vehículos de recolección, los recolectores de residuos hacen sonar una campana o anuncian su llegada para alertar a los residentes que lleven sus residuos a la calle, donde son recogidos para ser transportados a una instalación de transferencia o agregación. Los hogares pueden tener uno o varios contenedores si la segregación en origen está en funcionamiento; consulte la sección *Separación de residuos*. Con este tipo de recolección, la ciudad generalmente informa a los residentes sobre el día y la hora de la recolección de residuos.
- 2 Algunas ciudades tienen sistemas de recolección en los que los contenedores pueden dejarse afuera durante horas; en estos casos, un enfoque bien establecido es garantizar que los contenedores tengan tapas o sean lo suficientemente pesados para evitar que los animales entren o los derriben.
- 3 La tecnología puede mejorar la eficiencia de la recolección puerta a puerta; por ejemplo, las ciudades pueden tener recolectores de residuos que utilicen códigos RR para garantizar que los residuos sean recolectados y separados correctamente.

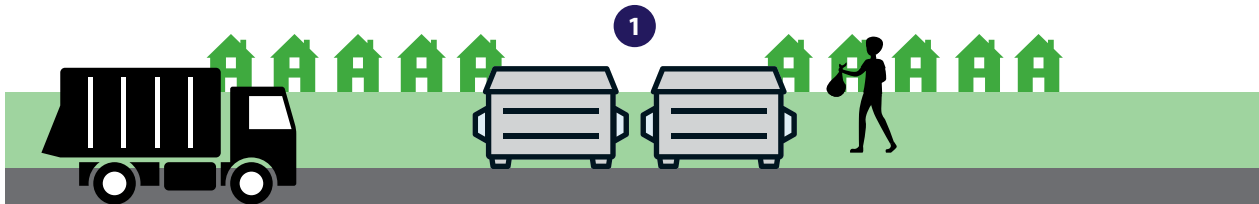
#### Ventajas:

Más conveniente para los residentes  
Coherencia en la recolección de residuos

#### Desventajas:

Puede ser más costoso debido a las paradas frecuentes de los vehículos  
Algunos hogares pueden ser inaccesibles debido a las condiciones del camino y el tamaño de los vehículos  
Posible vertido o quema ilegal debido a una recolección poco frecuente  
Recolección perdida si los residentes no están en casa

### Recolección comunal



- 1 En los modelos de recolección comunal, los residentes llevan sus residuos a grandes contenedores que están ubicados en el centro de sus vecindarios. Con este tipo de recolección, la ciudad envía vehículos de recolección para eliminar los residuos de manera frecuente. La recolección comunal funciona bien cuando hay un apoyo considerable para la participación en un área densa. Se puede incorporar tecnología inteligente mediante monitores electrónicos que indican cuando los contenedores grandes están llenos, lo que ayudará a la ciudad a evitar contenedores demasiado llenos y reducir los costos de recolección al reducir la cantidad de viajes a contenedores que no están llenos.

#### Ventajas:

Menos paradas para los vehículos de recolección  
Menos residuos almacenados en los hogares de los residentes

#### Desventajas:

Posible vertido ilegal de los residuos si los contenedores están ubicados en sitios incómodos  
Los animales pueden entrar o derribar los contenedores si los mismos no tienen un diseño adecuado  
Quema ilegal de desechos si no se recogen con frecuencia  
Descarga ilegal de desechos a granel

sector informal la responsabilidad específica por ciertos contenedores, permitiéndoles acceder a los residuos a cambio de mantener el área limpia (ONU-Hábitat 2010). Para obtener más información sobre la participación del sector informal en la gestión de los residuos sólidos, consulte la sección [Reciclaje del sector informal](#). Algunas ciudades han reducido sus costos de mantenimiento y minimizado el barrido mediante la instalación de contenedores que tienen receptáculos por encima del nivel del suelo y depósitos bajo el nivel del suelo a los que solo pueden acceder los recolectores autorizados.

### Modelos de recolección ✓

Las ciudades utilizan una diversidad de modelos de recolección para garantizar una alta cobertura y eficiencia de recolección. Seleccionar el modelo de recolección más apropiado también ayuda a las ciudades a evitar costos excesivos. Las ciudades generalmente consideran un rango de variables al determinar qué modelos de recolección son los más adecuados para su situación (ver Figura 9.2).

### Separación de residuos ✓

La separación o segregación de residuos, antes o durante la recolección, aumenta la eficiencia y reduce los costos porque minimiza los costos de mano de obra e infraestructura necesarios para separar los residuos mixtos. Los residuos pueden ser separados por diferentes partes en cada paso del proceso de recolección:

- **Generadores de residuos.** Algunas ciudades proporcionan contenedores codificados por colores a los residentes y solicitan que los residuos se separen en origen (Figura 9.2). Por ejemplo, las Normas municipales de gestión de residuos sólidos de la India, establecen requisitos nacionales para la gestión de residuos sólidos locales. Estas reglas dictan que los contenedores verdes se utilicen para residuos orgánicos, los contenedores blancos para materiales reciclables y los contenedores negros para todos los demás residuos. Los establecimientos comerciales a veces tienen múltiples contenedores para separar papel, plástico, metal, vidrio y residuos orgánicos.
- **Recolectores de residuos.** En algunas ciudades, los recolectores de residuos cuelgan varias bolsas de sus carritos de empuje, carritos de bicicleta o vehículos, y las usan para separar los residuos a medida que los recolectan de los hogares (Figura 9.3). Por lo general, separan los materiales reciclables en las bolsas y depositan los no reciclables, incluidos los residuos

Figura 9.3. Recipientes de recolección de residuos en Accra, Ghana



Figura 9.4. Carro de empuje con segregación de residuos en Coimbatore, India



Figura 9.5. Recolectores de residuos que separan los materiales reciclables del flujo de residuos en la Ciudad de México





Figura 9.6. Estación de transferencia a pequeña escala en Addis Ababa, Etiopía (izquierda); y estación de transferencia a mayor escala en Coimbatore, India (derecha)



orgánicos, en un contenedor. Si la ciudad tiene una instalación de tratamiento de residuos orgánicos (compuesto o digestor anaeróbico), el recolector también puede separar los residuos orgánicos en el momento de la recolección.

- **Contenedores comunitarios especializados.** Algunas ciudades proporcionan contenedores comunales en complejos de viviendas multifamiliares o en vecindarios para que los residentes individuales eliminen sus residuos. Muchas ciudades tienen segregación por medio de contenedores codificados por colores (p. ej., azul para papel y productos de papel, marrón para residuos orgánicos, blanco para vidrio transparente, verde para vidrio de color, amarillo o naranja para material de empaque reciclable y gris o negro para otros residuos).

Las categorías de residuos que las ciudades eligen separar dependerán de su capacidad para manejar cada categoría por separado. Es especialmente importante que las ciudades identifiquen los mercados locales y regionales para los materiales reciclables y personalicen los planes de segregación en consecuencia. En los casos en los que los mercados de ciertos productos no existen actualmente, las ciudades pueden trabajar con el sector privado para estimular la demanda del mercado.

El sector de residuos informales desempeña un papel importante en la gestión de residuos sólidos en muchos países en desarrollo. Los trabajadores del sector informal separan los residuos para recolectar los materiales reciclables de los hogares y los contenedores comunitarios (Anexo 9.4). Las ciudades de muchos países en vías de desarrollo están trabajando para incorporarlas

en las actividades formales de gestión de residuos sólidos. La sección [Reciclaje informal del sector](#) proporciona información adicional sobre el reciclaje informal del sector.

### Usar instalaciones de transferencia ✓

En muchos países, los grandes sitios de eliminación están ubicados lejos de las áreas densamente pobladas. En tales casos, una estación de transferencia se utiliza como punto intermedio donde los residuos recolectados se agregan (y clasifican, si corresponde) antes de ser transferidos al vertedero. Los residuos a veces se compactan en las estaciones de transferencia para reducir la cantidad de viajes a los vertederos.

### Beneficios de las instalaciones de transferencia

Consolidar cargas de vehículos de recolección más pequeños, incluidas bicicletas y carros, en vehículos de transferencia más grandes ayuda a reducir los costos de transporte al permitir que los equipos de recolección pasen menos tiempo viajando hacia y desde vertederos distantes, y más tiempo recolectando residuos. Esta estrategia también reduce el consumo de combustible y las emisiones, los costos de mantenimiento del vehículo de recolección, el desgaste de la carretera y el tráfico general.

Las estaciones de transferencia también pueden servir como un lugar para clasificar y recuperar residuos (EPA de EE. UU. 2002b). Realizar actividades de clasificación y recuperación en las estaciones de transferencia contribuye a ahorrar combustible, reducir el desgaste de los camiones y reducir los viajes a los vertederos (USAID 2018).

### **Tipos de instalaciones de transferencia**

Las estaciones de transferencia pueden incluir a instalaciones pequeñas, altamente descentralizadas y no mecanizadas, tales como lotes vacíos que sirven como terrenos de eliminación temporal, donde los residentes y los establecimientos comerciales pueden desechar sus residuos o donde los recolectores primarios (p. ej., recolectores que utilizan carros de mano y bicicletas) depositan los residuos que han recolectado (Figura 9.5). Las estaciones de transferencia más grandes y robustas se pueden utilizar como un lugar donde agregar, clasificar y cargar cantidades mayores de residuos. Los residuos que llegan a estas estaciones de transferencia pueden provenir directamente de los residentes y las empresas, de los recolectores secundarios que recogen los residuos en estaciones de transferencia más pequeñas o de los camiones de la ciudad, que recolectan los residuos directamente de la fuente.

### **Selección de una ubicación para las instalaciones de transferencia**

Las instalaciones de transferencia deben ubicarse lejos de los drenajes abiertos para evitar que los residuos obstruyan los sistemas de drenaje y entren en los cursos de agua, y deben construirse o ubicarse sobre superficies impermeables. Otras consideraciones de selección del sitio incluyen las distancias que los vehículos más pequeños deben recorrer desde el sitio de recolección principal hasta la estación de transferencia, y la distancia que los vehículos más grandes deben recorrer desde la estación de transferencia hasta el vertedero.

### **Frecuencia de recolección** ✓

Las ciudades generalmente recolectan residuos a intervalos diferentes dependiendo de una variedad de factores. Las consideraciones clave al especificar la frecuencia con la que se recolectarán los residuos incluyen:

- **Costo.** Cuanto mayor sea la frecuencia del servicio (p. ej., todos los días, semanal), más costoso será operar el sistema de recolección.
- **Expectativas y plazos del cliente.** Muchas ciudades han encontrado útil coordinar el momento de la recolección de residuos en las áreas comerciales de acuerdo con las operaciones comerciales de la zona (p. ej., la recolección puede ocurrir después del cierre de los mercados). Muchas ciudades también organizan la recolección en los horarios con menor tránsito vehicular.

- **Limitaciones de capacidad.** Es posible que las flotas de recolección de residuos necesiten recolectar residuos con más frecuencia en vecindarios donde los contenedores comunitarios o domésticos alcanzan rápidamente su capacidad.
- **Clima.** Las ciudades en climas tropicales tienden a recolectar los residuos todos los días, dado que los residuos biodegradables se descomponen más rápido en estos climas, comenzando a oler y a atraer moscas y otros vectores de enfermedades. Las ciudades en zonas climáticas templadas pueden recolectar residuos de forma quincenal o semanal.

### **Optimizar las rutas de recolección** ✓

Optimizar las rutas de recolección reduce los costos de mano de obra, combustible y mantenimiento de los vehículos. Además, la reducción en los tiempos de viaje hace que los vehículos generen menos emisiones, lo que redundaría en beneficios para la salud pública y el medio ambiente. La optimización de las rutas es un proceso de cuatro pasos (Shuster 1974):

1. Revisar las políticas existentes para comprender las funciones y responsabilidades del departamento responsable por la gestión de residuos sólidos. Esta evaluación incluye comprender quién financia la recolección de los residuos, las leyes laborales que afectan a los recolectores y el área de servicio.
2. Establecer los recorridos a nivel general para las áreas de servicio o determinar cómo se asignan los recorridos diarios de recolección, en base a una revisión de los sitios de procesamiento y vertederos existentes. Este cálculo incluye determinar la cantidad óptima de residuos que se pueden procesar y eliminar cada día, y dividir el área de recolección en subsecciones o distritos que los equipos de recolección puedan atender de forma adecuada en un determinado día.
3. Equilibrar los recorridos y realizar una delimitación de los distritos para garantizar que la carga de trabajo se distribuya equitativamente entre los equipos de recolección.





CASO CONCRETO 

## Vehículos eléctricos de recolección en Río de Janeiro, Brasil

Para obtener más información, consulte el *estudio de caso de Río de Janeiro sobre vehículos de recolección eléctrica* (Ciudades C40 2018).

Río de Janeiro ha adoptado unos objetivos climáticos y de calidad del aire ambiciosos con el fin de reducir su contribución al cambio climático y la contaminación del aire local. La corporación municipal de gestión de residuos recientemente adquirió vehículos de recolección eléctrica para recolectar los residuos hospitalarios de varias áreas de la ciudad.

4. Establecer los recorridos a nivel particular para las áreas de servicio o analizar detalladamente un área de servicio para determinar los recorridos de los vehículos de recolección. Esta revisión es importante para optimizar los recorridos de recolección de residuos, lo que podría generar ahorros significativos en los costos. La determinación de recorridos a nivel particular tiene en cuenta muchos factores, incluidas las características geográficas, las consideraciones demográficas, el diseño del vehículo, las características del punto de recolección, los requisitos para que los residentes y las empresas saquen sus residuos a la calle y la frecuencia de recolección. Es importante para las ciudades considerar los ajustes en los recorridos en función de cambios estacionales o del crecimiento de la población.

Algunas ciudades (p. ej., East Delhi Municipal Corporation en India) han incorporado sistemas inteligentes con sistemas de posicionamiento global conectados a los vehículos recolectores, lo que les permite rastrear sus vehículos y asegurarse de que los vehículos no estén inactivos ni omitan áreas de recolección.

### Preguntas para los responsables de la toma de decisiones

- ¿Las cuadrillas tienen límites de recorridos asignados?
- ¿Se han actualizado los mapas de las cuadrillas en los últimos dos años?
- ¿Los recorridos actuales se han desarrollado en función del tiempo, las distancias, la capacidad del vehículo y la geografía?
- ¿La generación de residuos se mantuvo casi constante desde la última actualización de los recorridos de recolección de residuos?
- ¿Todas las cuadrillas están completando sus recorridos según lo programado?
- ¿El supervisor de servicios de recolección sabe cuántas paradas y contenedores se incluyen en cada recorrido individual?
- ¿El supervisor de servicios de recolección sabe cuánto tiempo debería tomar cada recorrido?
- ¿Existen mecanismos para que los usuarios presenten quejas sobre recolección tardía o inadecuada, y para revisar y abordar esos problemas?





## Vehículos de recolección

La selección de los vehículos de recolección de residuos puede tener un gran impacto en la eficiencia de un programa de recolección de residuos sólidos. Las ciudades generalmente tienen en cuenta los siguientes factores al seleccionar los vehículos adecuados:

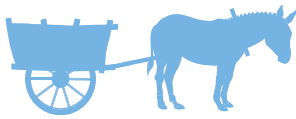
- **Tamaño de los vehículos.** Es una buena práctica basar el tamaño de los vehículos en la cantidad de residuos que se recolectarán. Los camiones compactadores grandes son adecuados solo si se recogen volúmenes relativamente grandes de residuos en cada parada. Los camiones grandes no son adecuados para las recolecciones frecuentes de pequeñas cantidades de residuos donde un camión pequeño o un triciclo motorizado serían más rentables. Los camiones grandes tampoco son factibles en callejones angostos o espacios vehiculares limitados.
- **Tipo de residuos recolectados.** La recolección de residuos segregados puede requerir vehículos con múltiples compartimentos, según el grado de segregación.
- **Frecuencia de paradas.** La frecuencia de las paradas generalmente orienta la selección que realizan las ciudades, para dar cabida a que los vehículos arranquen y se detengan constantemente, moviéndose a bajas velocidades en condiciones climáticas típicas (calurosas, húmedas, polvorientas) o en carreteras sin pavimentar.
- **Capacidades de carga del vehículo.** Las ciudades pueden estimar a cuántos hogares pueden servir sus vehículos antes de completar su capacidad, y establecer un objetivo para que cada vehículo trabaje a un poco menos que esa cantidad.
- **Mantenimiento del vehículo.** Muchas ciudades han descubierto que seleccionar vehículos que están comúnmente disponibles o son fáciles de mantener (USAID 2018) aumenta la fiabilidad de un vehículo. Las reparaciones se pueden realizar más rápidamente si las piezas se pueden comprar fácilmente a minoristas locales sin necesidad de cambiar divisas o de realizar una importación. El monitoreo de la condición de cada vehículo mediante controles de rutina permite a los operadores reemplazar los componentes antes de que estos fallen.
- **Emisiones de los vehículos.** Las ciudades están cada vez más preocupadas por las emisiones que los vehículos pesados contribuyen a la contaminación del aire local. Las flotas de recolección de residuos pueden contribuir cantidades sustanciales de material particulado al medio ambiente local, especialmente porque operan todos los días, cubren grandes distancias hasta los vertederos, pueden no estar bien mantenidos y pasan gran parte de su tiempo detenidos en medio del tráfico o en los puntos de recolección. Por estas razones, muchas ciudades consideran el uso de vehículos de combustibles alternativos o de bajas emisiones para sus flotas de recolección.

### Opciones de vehículos

Existe un amplio espectro de tipos de vehículos de recolección de residuos, que van desde carros de mano sin mecanizar hasta grandes camiones compactadores:

- **Carretillas de mano.** Las carretillas de mano se pueden utilizar para la recolección puerta a puerta en calles angostas donde un camión ancho no puede entrar. El carro recoge los residuos y los lleva a un camión que espera al final de la calle. El uso de carretillas de mano aumenta la cantidad de mano de obra necesaria, pero garantiza que todos los residentes tengan acceso al servicio de gestión de residuos sólidos. Las carretillas de mano generalmente cuentan con cajas abiertas y están diseñados para que los residuos recolectados puedan ser recogidos o vaciados directamente en el camión de recolección de residuos. 
- **Bicicletas a pedal o triciclos.** Estos rodados a pedal han aumentado la velocidad y la capacidad de llegar a más residentes en menos tiempo. Estos rodados a menudo tienen un accesorio en la parte delantera o trasera donde se almacenan los residuos (PNUMA 2005a). 

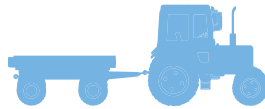
- **Carros tirados por animales.** Se pueden usar caballos, mulas y burros para transportar residuos en carros. El uso de carros para animales puede ser beneficioso ya que no requieren combustibles fósiles, tienen costos operativos y de capital muy bajos en comparación con los vehículos motorizados y hacen menos ruido que los camiones de recolección grandes. Los carros están diseñados para que su contenido sea volcado en un sitio de transferencia o de almacenamiento (PNUMA 2005a).



- **Triciclos motorizados.** Una motocicleta de tres ruedas es otra forma de recolectar los residuos de los residentes a lo largo de caminos angostos en áreas urbanas. Su diseño es similar al de los rodados con pedales y se utilizan comúnmente en Asia. Los triciclos motorizados usan menos combustible fósil que los camiones, pueden cargar más peso y moverse a mayores velocidades que las carretillas de mano o los rodados con pedales.



- **Sistemas de tractores y remolques.** Un sistema de tractor-remolque permite transportar mayores cantidades de residuos y que sean retirados fácilmente desmontando el remolque. Esta capacidad hace que la opción de un tractor-remolque sea adecuada, especialmente para contenedores comunales de recolección.



- **Camiones.** Los camiones comerciales también pueden recolectar residuos, especialmente aquellos de contenedores comunitarios. El diseño generalmente incluye un remolque grande con paredes en todos los lados y abierta en la parte superior, con una bisagra trasera. Estos camiones por lo general no están diseñados para la recolección de residuos y, por lo tanto, requieren una escalera o que alguien los arroje y elimine manualmente.



- **Camiones con tolva.** Este diseño permite subir la carga trasera de manera fácil y, al mismo tiempo, transportar



grandes volúmenes de residuos densos. La parte trasera del camión puede inclinarse hacia adelante y hacia atrás para compactar los residuos o descargar su contenido cuando se encuentre en la instalación de eliminación. Estos camiones a menudo son adecuados en países que tienen un alto porcentaje de contenido denso y húmedo.

Las ciudades han descubierto que la prevención de la basura durante el proceso de recolección de residuos también es importante. Durante el proceso de carga de los residuos, es posible que se dispersen pequeñas cantidades de residuos en la carretera. La coordinación del trabajo de los equipos de recolección y los barrenderos puede garantizar que cualquier residuo que se haya caído sea eliminado rápidamente. Además, los residuos cargados en los vehículos de recolección abierta pueden cubrirse por una red u otro material para evitar que se escapen.

### Recuperación de costos ✓

La recolección de residuos puede representar una parte sustancial del presupuesto operativo de una ciudad. Por lo tanto, las ciudades en los países de ingresos más bajos generalmente tienen servicios de recolección de residuos menos completos que en los países de ingresos más altos (Kaza et al. 2018). Establecer un medio para recuperar los costos de recolección de los residuos es un componente clave de un programa de recolección de residuos sostenible y efectivo.

Para obtener más información sobre el financiamiento de programas de gestión de residuos sólidos, consulte la sección [Consideraciones económicas](#).

# Basura marina

Los residuos generados en tierra pueden llegar a los cuerpos de agua a través de varios procesos si no son recolectados de manera adecuada. Por ejemplo, los residuos que no se recolectan pueden ser volcados o llevados por el viento a canales costeros o vías navegables (NOAA 2019). La Figura 9.9 ilustra cómo las diferentes fuentes contribuyen al desafío global de los residuos plásticos marinos. Como se muestra en el gráfico, la mayor parte de la basura marina plástica (hasta un 80 por ciento según algunas estimaciones) proviene de fuentes terrestres (Eunomia Sin fecha).

El conocimiento de la prevalencia de la basura marina a escala global, y la preocupación por sus impactos, está creciendo rápidamente. Al mismo tiempo, el desafío de la basura marina se vuelve más agudo a medida que se acumulan cantidades crecientes de residuos que se degradan lentamente en el océano. Existe una tendencia internacional por mejorar las opciones de recolección y el manejo de los residuos con el fin de reducir la basura marina. Esta sección identifica el impacto causado por la basura marina y las mejores prácticas para su reducción.

## Impactos

Los impactos clave asociados con los residuos marinos incluyen:

**Impactos en las especies.** Los peces, los mamíferos y las plantas pueden verse afectados directamente por la basura marina, ya sea a través de la ingestión de materiales, el daño físico por objetos flotantes o hundidos o el atrapamiento (p. ej., en redes desprendidas).

**Daños a hábitats naturales.** La basura marina puede dañar hábitats o ecosistemas enteros a través del impacto físico (p. ej., en arrecifes de coral) o a través de efectos en cascada sobre especies que están en la base de la cadena alimentaria.

**Impactos económicos.** La basura marina puede dañar la infraestructura y los buques, degradar la estética en áreas que dependen del turismo (p. ej., playas) y dañar a personas y empresas que dependen de la salud de los recursos marinos.

## Mejores prácticas

El medio más efectivo para minimizar los impactos de la basura marina terrestre es enfocarse en sus fuentes, lo que implica:

### Minimizar y prevenir el desperdicio ✓

Una excelente manera de prevenir la basura marina es, en primer lugar, evitar la generación de residuos. Para obtener más información sobre las mejores prácticas para la minimización y prevención de los residuos, consulte la sección [Prevención y minimización](#).

### Mejorar los sistemas de recolección de residuos ✓

Mejorar los sistemas de recolección de residuos (p. ej., al aumentar la cobertura y la eficiencia de la recolección) puede ayudar a reducir el riesgo de que los desechos se eliminen de manera inadecuada en vías fluviales, se barran accidentalmente corriente abajo durante tormentas o se les permita su ingreso a los océanos. Para obtener más información sobre las mejores prácticas para la recolección de residuos, consulte la sección [Separación, recolección y transporte](#). La Figura 9.7 proporciona un estudio de caso de cómo Santos, Brasil, mejoró su recolección de residuos para reducir la basura marina.

### Reforzar los esfuerzos del reciclaje ✓

Al apoyar a la industria local del reciclaje, las ciudades pueden crear una demanda de materiales (especialmente plásticos, que representan hasta el 90 por ciento de la basura marina) que de otro modo podrían ingresar a vías fluviales oceánicas (Convención de Basilea 2020). Para obtener más información sobre las mejores prácticas de reciclaje, consulte la sección [Reciclaje](#).





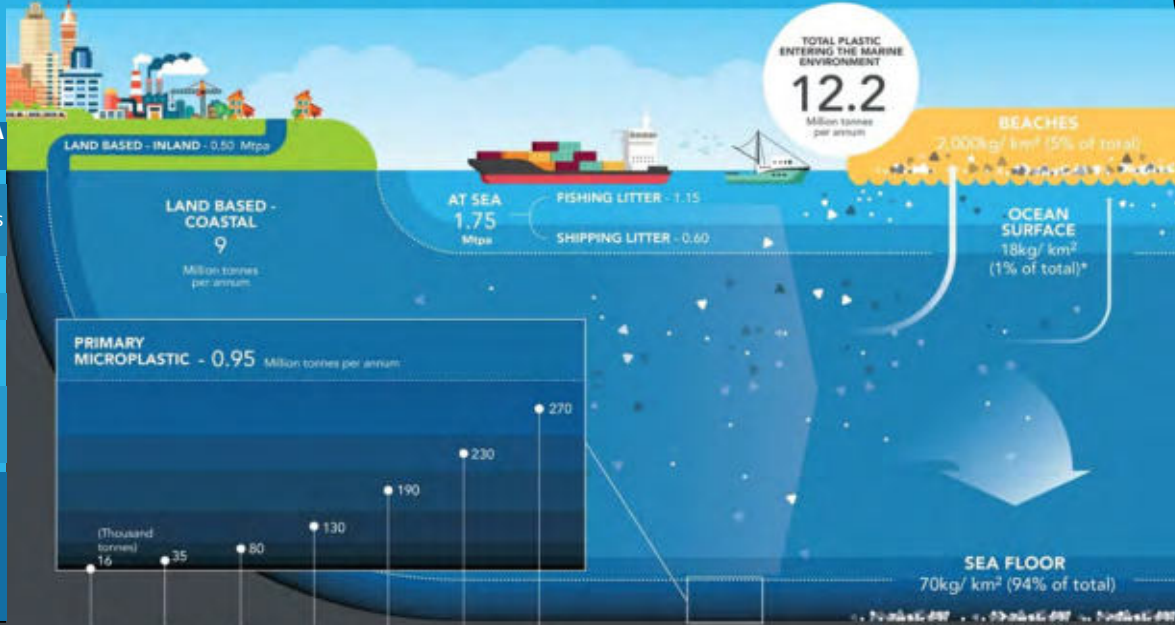
# PLÁSTICOS EN EL ENTORNO MARINO: ¿DE DÓNDE VIENEN? ¿A DÓNDE VAN?

PLASTICS IN THE MARINE ENVIRONMENT:  
WHERE DO THEY COME FROM? WHERE DO THEY GO?

economia

**PLÁSTICO TOTAL QUE INGRESA AL ENTORNO MARINO**  
12,2 millones de toneladas por año

**TERRESTRES – TIERRA ADENTRO** – 0,50 Mtpa  
**TERRESTRES – COSTEROS** – 9 millones de toneladas por año  
**EN EL MAR** – 1,75 Mtpa  
**RESIDUOS DE PESCA** – 1,15  
**RESIDUOS DEL TRANSPORTE MARÍTIMO** – 0,60  
**MICROPLÁSTICO PRINCIPAL** – 0,95 millones de toneladas por año (miles de toneladas)



**PLAYAS** - 2000 kg/km<sup>2</sup> (5 % del total)

**SUPERFICIE OCEÁNICA**  
18 kg/km<sup>2</sup> (1 % del total)\*

**LECHO MARINO**  
70 kg/km<sup>2</sup> (94 % del total)\*

- MARINE PAINT
- PRODUCTOS COSMÉTICOS
- ROAD PAINT
- BUILDING PAINTS
- TEXTILES
- PELLET SPILLS
- VEHICLE TIRE DUST
- PINTURA MARINA
- PINTURA PARA SEÑALIZACIÓN VIAL
- PINTURAS PARA LA CONSTRUCCIÓN
- TEXTILES
- PÉRDIDA DE GRÁNULOS (PELLETS)
- POLVO DE NEUMÁTICOS DE VEHÍCULOS

\*Peak concentration found in North Pacific gyre. Average concentration globally is <1kg per km<sup>2</sup>

\*Concentración máxima encontrada en el giro oceánico del Pacífico Norte. La concentración promedio a nivel global es <1 kg por km<sup>2</sup>

Fuente: Eunomia.

## Mejorar la gestión ambientalmente racional de los residuos

Si los residuos no pueden reciclarse, deben manejarse y eliminarse de manera ecológicamente racional. Es importante contar con opciones de eliminación para limitar o prevenir el vertido ilegal o los vertederos abiertos donde el viento pueda llevarse rápidamente los residuos y que estos terminen en las vías fluviales y, finalmente, en el océano. Para obtener más información sobre cómo mejorar la eliminación de residuos, consulte las secciones [Administración de basurales](#) y [Relenos sanitarios](#).

A pesar de los avances en la tecnología de eliminación de basura marina, la limpieza de la arena marina sigue representando un esfuerzo laborioso. Los esfuerzos de eliminación también son costosos e inadecuados para abordar completamente el desafío de la basura marina. Como resultado, la mejor manera de abordar la basura marina es evitar que ingrese al medio ambiente.

## Recursos clave en relación a la basura marina

- [Estrategias para reducir la contaminación marina por plástico de fuentes terrestres en países con ingresos bajos y medios \[Strategies to Reduce Marine Plastic Pollution from Land-Based Sources in Low and Middle - Income Countries\]](#) (IGES y PNUMA 2020)
- [Fuentes \[Sources\]](#) (NOAA 2019)
- [Manual de políticas de los plásticos: Estrategias para un océano libre de plásticos \[Plastics Policy Playbook: Strategies for a Plastic-Free Ocean\]](#) (Ocean Conservancy y Trash Free Seas Alliance 2019)
- [Lucha por mares sin basura: Finalización del flujo de basura en origen \[Fighting for Trash Free Seas: Ending the Flow of Trash at the Source\]](#) (Ocean Conservancy 2019)
- [Asociación global sobre los residuos marinos \[Global Partnership on Marine Litter\]](#) (PNUMA sin fecha[a])
- [Plásticos de un solo uso: Una hoja de ruta para la sostenibilidad \[Single-Use Plastics: A Roadmap for Sustainability\]](#) (PNUMA 2018b)





Figura 9.7. ESTUDIO DE CASO



## Esquema de recolección selectiva puerta a puerta en Santos, Brasil

Cuando se trata de la gestión de residuos sólidos, Santos enfrenta desafíos como el cierre de vertederos, la falta de tierra disponible para un nuevo vertedero y bajos índices de reciclaje. Dada la proximidad de Santos a la costa de Brasil, la basura marina también es una preocupación importante.

Para reducir el ingreso de basura al océano, Santos estableció Lixo Limpo en 1990, un programa para recolectar materiales reciclables secos a lo largo de la playa. En 1995, el programa se amplió a la recolección de materiales reciclables secos de toda la región. Para reducir aún más la basura marina, Santos estableció "Recicla Santos", que se estableció como ley en 2016. El programa, que impone multas a aquellos que no cumplen, implementó la segregación obligatoria en origen para los residuos húmedos y secos, con el fin de mejorar la recolección. Entre 2017 y 2018, el esquema de recolección por separado puerta a puerta recolectó 4500 toneladas métricas de materiales reciclables secos.

Un componente clave del esquema de recolección por separado son las regulaciones que distinguen entre los generadores de residuos pequeños y grandes. Los generadores de residuos pequeños (p. ej., hogares y pequeñas empresas) deben separar los residuos secos y húmedos, los cuales son recolectados por el servicio regular de recolección puerta a puerta del municipio. Los generadores de residuos grandes (p. ej., aquellos que producen hasta 120 kilogramos o 200 litros por día) también deben separar sus residuos. Sin embargo, estos últimos son responsables de contratar la recolección, el transporte y la eliminación final de residuos con proveedores privados. La municipalidad recoge sus residuos secos previa autorización. Las asociaciones de Santos con instituciones locales para educar a los miembros de la comunidad sobre la recolección y separación también han sido exitosas.

Además de su esquema de recolección puerta a puerta, separado en origen, Santos implementó "Cata treco", un programa para recolectar residuos voluminosos, de la construcción y de demolición a demanda para evitar su eliminación inadecuada. La ciudad estimó que el programa recolectó 36 646 toneladas métricas de residuos en 2017. "Cata treco" es parte de una asociación que opera fuera del mercado municipal y capacita a los residentes para que usen madera de muebles que han sido desechados. Este programa ha reutilizado aproximadamente 3 toneladas métricas de madera que, de otro modo, habrían ido a parar a un vertedero.

Para obtener más información sobre estas actividades, consulte **Santos: Establecimiento de la escena del sistema local de gestión de residuos** (ABRELPE Sin fecha).





# 10 GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS







## Recursos clave

-  [Una plataforma municipal de conocimiento sobre residuos sólidos: Herramientas \[Municipal Solid Waste Knowledge Platform\]](#) [CCAC sin fecha(b)]
-  [Sitio web de digestión anaeróbica \(DA\) \[U.S. EPA Anaerobic Digestion Website\]](#) (EPA de EE. UU. sin fecha(a))
-  [Biogás: herramientas y recursos destacados \[Biogas Sector Tools and Resources\]](#) (IGM 2020)
-  [Guía técnica sobre la operación de plantas de tratamiento de gestión de residuos orgánicos \[Technical Guidance on the Operation of Organic Waste Management Treatment Plants\]](#) (CCAC y ISWA 2016b)
-  [Modelos de políticas y financiamiento sostenible para el compostaje municipal \[Sustainable Financing and Policy Models for Municipal Composting\]](#) (Banco Mundial 2016)
-  [Hacia la gestión sostenible de residuos orgánicos municipales en el sur de Asia: una Guía para legisladores y practicantes \[Toward Sustainable Municipal Organic Waste Management in South Asia\]](#) (ADB y el Programa de Ayuda del Gobierno de Australia 2011)
-  [Gestión global de residuos alimenticios: Guía de implementación para las ciudades \[Global Food Waste Management: An Implementation Guide for Cities\]](#) (WBA/C40 2018)
-  [Reducir la pérdida y residuos de alimentos: Establecer una agenda de acción global \[Reducing Food Loss and Waste: Setting a Global Action Agenda\]](#) (Flanagan et al. 2019)
-  [Herramienta de evaluación de proyectos de digester anaeróbico \(DA\) \[Anaerobic Digester \(AD\) Project Screening Tool\]](#) (CCAC 2018a)
-  [OrganEcs: Herramienta de estimación de costos para el manejo de residuos orgánicos separados en origen \[OrganEcs –Cost Estimating Tool for Managing Source-Separated Organic Waste\]](#) (EPA de EE. UU. 2016c)

## Sección 10

# Gestión de residuos orgánicos

Los residuos orgánicos representan más de la mitad del flujo de los residuos sólidos en muchos países de bajos ingresos (Kaza et al. 2018). Muchas ciudades han descubierto que desviar los residuos orgánicos de los vertederos puede generar beneficios considerables para la salud, la economía y el medio ambiente. Las estrategias de gestión de residuos orgánicos, como el compostaje y la digestión anaeróbica (DA), que incluye el uso de procesos naturales para convertir el contenido orgánico en biogás, son opciones factibles en la mayoría de las ubicaciones, pero requieren una planificación e implementación cuidadosas.

Esta sección ofrece una descripción general de los beneficios de desviar los residuos orgánicos de los basureros y vertederos y las mejores prácticas para la gestión de residuos orgánicos (incluidos el compostaje y la DA).

## ¿Qué son los residuos orgánicos?

Los residuos orgánicos en el flujo de los residuos sólidos generalmente se dividen en dos categorías:

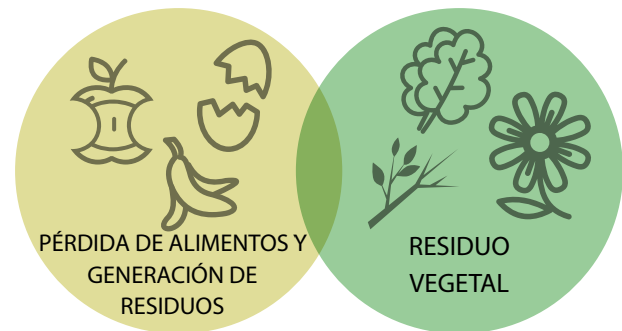
- **Pérdida de alimentos y generación de residuos.** Los residuos alimentarios incluyen a los productos sin usar de fuentes previas al consumo (p. ej., mercados y restaurantes) y los alimentos sobrantes después del consumo. La pérdida de alimentos incluye a los productos no utilizados del sector agrícola (p. ej., cultivos no cosechados).
- **Residuos verdes.** Los residuos verdes incluyen los residuos de jardines, paisajismo y poda de árboles.

## ¿Por qué enfocarse en los residuos orgánicos?

En la mayoría de los casos, los residuos orgánicos son recolectados y se eliminan en basureros o vertederos. Esta práctica es preocupante por varios motivos:

- **Costos de recolección, transporte y eliminación.** Los residuos orgánicos generalmente son muy densos y tienen un alto contenido de humedad. Transportar grandes cantidades de residuos orgánicos desde los puntos de generación hasta los de eliminación aumenta las tasas de consumo de combustible y las tarifas de los vertederos.

Figura 10.1 ¿Qué son los residuos orgánicos?



- **Pérdida de nutrientes.** Los residuos orgánicos son una fuente rica de nutrientes que podrían utilizarse para enriquecer tanto la silvicultura urbana como la tierra agrícola.
- **Impacto sobre los sitios de eliminación.** La gestión de lixiviados y gas y lograr un cambio estructural con respecto a la descomposición orgánica son algunas de las actividades más costosas en los vertederos. Además, la eliminación de grandes cantidades de residuos orgánicos en los vertederos reduce la vida útil de esas instalaciones.
- **Impacto ambiental sobre la calidad del aire local y el cambio climático.** Cuando los residuos orgánicos se descomponen, contribuyen a la contaminación del aire, el agua y el suelo. Por ejemplo, cuando los residuos orgánicos se descomponen en condiciones anaeróbicas, se produce gas metano. El metano es un contaminante climático de corta duración y un precursor del ozono, un contaminante del aire, a nivel del suelo. La liberación de metano en los vertederos provoca incendios que producen la contaminación del aire local así como emisiones de carbono negro que contribuyen al cambio climático. El lixiviado da como resultado la contaminación del agua y del suelo. Finalmente, los residuos orgánicos en descomposición también causan problemas de mal olor.

En vista de estos impactos, muchas ciudades están adoptando políticas y programas para desviar los residuos orgánicos y utilizarlos como un recurso. Cuando los residuos orgánicos se separan correctamente, pueden







CASO CONCRETO 

## Santa Juana, recolección selectiva en origen en Chile

Para más información, visite el [sitio web de Reciclo Orgánicos](#) (Reciclo Orgánicos 2020).

La Municipalidad de Santa Juana es la primera municipalidad de Chile en tener una cobertura del 100 por ciento de su recolección separada en origen. La ciudad tiene una planta de compostaje y reciclaje con capacidad para tratar todos los residuos que han sido separados en origen en los hogares.

Después del primer año de operación, la cantidad de residuos que la ciudad elimina en el vertedero (una distancia de 100 kilómetros) ha disminuido en un 30 por ciento, lo que le ahorra a la ciudad considerables costos de combustible y tarifas de ingreso.

ser compostados o procesados para crear productos valiosos (p. ej., abono, biogás, digestato) que las ciudades pueden usar para vender.

### Opciones de tratamiento

Las opciones de tratamiento de los residuos orgánicos generalmente se dividen en dos categorías: compostaje y DA.

- **Compostaje.** El compostaje es la descomposición controlada de materias orgánicas en presencia de oxígeno. El compostaje requiere tres pasos generales: (1) combinar diferentes tipos de residuos orgánicos, como desperdicios alimenticios, residuos de jardinería y estiércol; (2) agregar virutas de madera, papel triturado u otros agentes de relleno para acelerar la descomposición de los residuos orgánicos; y (3) permitir que el abono se estabilice y madure a través de un proceso de curado (EPA de EE. UU. 2015).
- La **DA** implica la descomposición de materiales orgánicos por parte de microorganismos en ausencia de aire. Los productos del proceso de DA incluyen el biogás, una fuente de energía que contiene principalmente metano y dióxido de carbono, y el digestato. El digestato es el material que queda después de que los materiales orgánicos se digieren de manera anaeróbica. El digestato es rico en nutrientes y puede usarse como fertilizante para los cultivos.

Figura 10.2 Ilustración de un sistema de compostaje

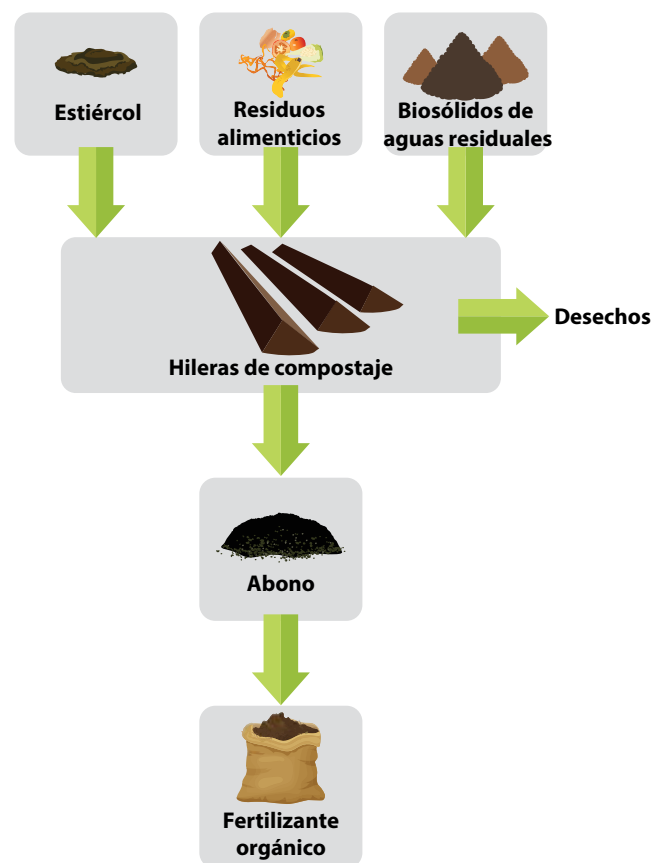
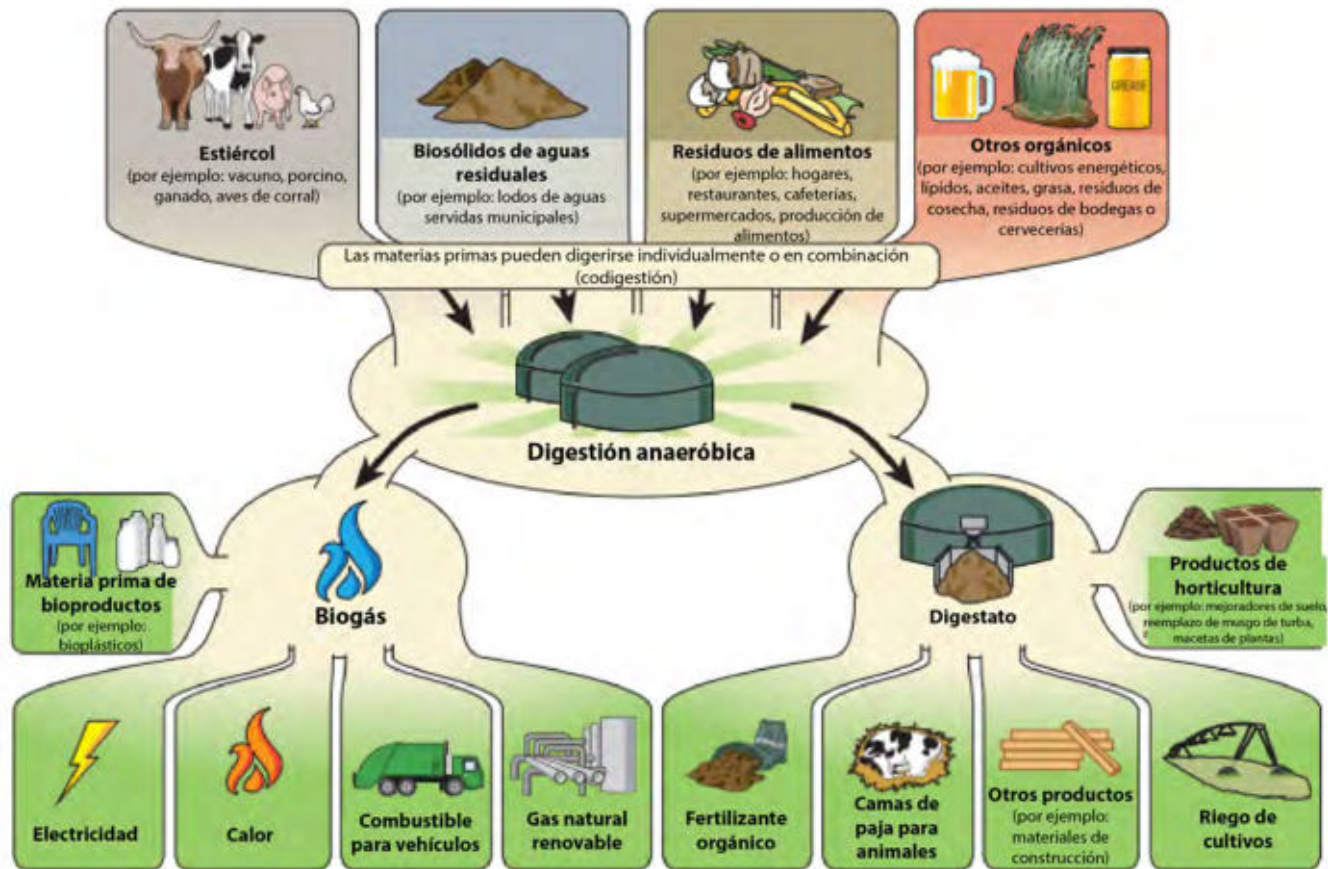




Figura 10.3. Ilustración de un sistema de DA, que muestra las materias primas y los subproductos (EPA de EE. UU. 2018a)



La Figura 10.2 ilustra cómo los residuos orgánicos pueden convertirse en fertilizante orgánico a través del compostaje y La Figura 10.3 ilustra cómo la DA transforma las materias primas orgánicas en biogás y digestatos que pueden utilizarse de diversas maneras. El diseño de los digestores anaeróbicos varía según la temperatura de funcionamiento y el tipo de materia prima utilizada (EPA de EE. UU. 2018a). Los recursos clave que se presentan al comienzo de esta sección proporcionan más detalles sobre las tecnologías y las mejores prácticas para diseñar y operar las instalaciones. Por ejemplo, la Asociación Mundial de Biogás y las Ciudades C40 elaboraron una [Guía de implementación para ciudades](#) para la gestión de residuos alimentarios (WBA/C40 2018). Esta Guía ofrece un proceso paso a paso para la evaluación y selección de instalaciones de tratamiento de residuos orgánicos.

### Beneficios compartidos de las tecnologías de tratamiento

Además de los beneficios generales de desviar los residuos orgánicos de los vertederos, el compostaje y la DA pueden dar como resultado una variedad de

beneficios ambientales y económicos. Por ejemplo, el uso de abono enriquece el suelo, ayuda a retener la humedad, suprime las enfermedades y plagas de las plantas y reduce la necesidad de fertilizantes químicos. La DA minimiza el olor, reduce los patógenos y los residuos sólidos, y produce gas y materiales digeridos (tanto húmedos como secos) que se pueden utilizar para diversas aplicaciones (EPA de EE. UU. 2016b). El biogás producido por la DA puede utilizarse como fuente de combustible renovable para calefacción, refrigeración, cocina, transporte y electricidad. Los materiales digeridos sobrantes de la DA pueden usarse como fertilizantes o mejoradores del suelo.

### Escala del proyecto

Los residuos orgánicos pueden tratarse de manera centralizada o descentralizada, según las condiciones y necesidades locales. Los modelos centralizados implican la existencia de una gran instalación donde los residuos son transportados desde múltiples ubicaciones dentro de una ciudad o región. Por ejemplo, algunas ciudades de India tienen grandes instalaciones de



CASO CONCRETO 

## Reglas de la gestión de residuos sólidos de la India

Para obtener más información, revise las **Reglas de la Gestión de Residuos Sólidos de 2016** (Gobierno de India 2016).

En 2016, las Reglas de la Gestión de Residuos Sólidos de 2016 exigían que todos los generadores de residuos, desde vendedores callejeros hasta grandes edificios comerciales, separasen sus residuos en tres categorías: biodegradables, no biodegradables y residuos domésticos peligrosos. La conclusión es que no se recolectarían los residuos que no estuviesen separados.

compostaje cerca de sus vertederos actuales (p. ej., Delhi del sur, Coimbatore, Pune), y la ciudad de Talca está construyendo el centro de compostaje más grande de Chile, en su vertedero.

El modelo descentralizado hace hincapié en el procesamiento y el tratamiento de los residuos en las cercanías de donde se generan. Por ejemplo, las ciudades pueden dar apoyo a los residentes y a las empresas en la creación de proyectos de compostaje a escala familiar (por ejemplo, orientándolos acerca de cómo construir un pequeño contenedor de compost). Las ciudades también pueden instalar centros a menor escala que reciban residuos orgánicos de una cierta cantidad de hogares y empresas para su compostaje o tratamiento en sistemas de DA.

Muchas ciudades están avanzando hacia sistemas descentralizados de tratamiento de residuos orgánicos. El modelo descentralizado tiene múltiples beneficios, incluyendo una necesidad menor de combustible debido a la reducción en el transporte de residuos orgánicos pesados y una mayor flexibilidad en caso de que alguna parte del sistema se descomponga. En un modelo descentralizado, hay múltiples instalaciones pequeñas de compostaje o DA; si una o más de esas instalaciones quedan fuera de servicio, los residuos pueden desviarse fácilmente a otra instalación cercana. En un sistema centralizado con una única instalación grande, el cierre puede llevar a la acumulación de residuos. Independientemente de si está centralizada o descentralizada, es importante que cada planta tenga planes de contingencia a disposición en caso de rotura.

En la mayoría de los casos, las ciudades se beneficiarán del establecimiento de proyectos piloto a pequeña escala que se enfoquen en la recolección de residuos orgánicos de fuentes donde el riesgo de contaminación por los componentes de los residuos inorgánicos sea bajo. Por ejemplo, es usual que los proyectos de tratamiento de residuos orgánicos se enfoquen primeramente en los residuos orgánicos recolectados de mercados de productos agrícolas, cocinas a escala comercial u otros lugares donde haya grandes cantidades de residuos orgánicos que no estén contaminadas con otros residuos.

### Mejores prácticas

Esta sección describe diversas mejores prácticas para la gestión de residuos orgánicos, incluidas la recolección y el análisis de datos acerca de los residuos orgánicos, la evaluación de las opciones de políticas y programas para separar los residuos orgánicos del flujo general de los residuos sólidos, el análisis de las opciones para el tratamiento de los residuos orgánicos separados y el desarrollo de proyectos de gestión de residuos orgánicos.

### Planificación estratégica

La sección [Sistemas de planificación](#) analiza los pasos clave para la planificación y la evaluación de un sistema de residuos. Como parte de su sistema de gestión de residuos sólidos, las ciudades pueden establecer un plan o programa formal de gestión de residuos orgánicos. Si bien existen costos iniciales para el establecimiento de un programa de desvío de residuos orgánicos, las ciudades pueden reducir potencialmente los costos de recolección y transporte de residuos para su eliminación (por ejemplo, al tratar de manera orgánica los residuos en





CASO CONCRETO 

## San Pablo, la estrategia de gestión de residuos orgánicos de Brasil

Para obtener más información, revise la **Estrategia para la desviación de residuos orgánicos: recolección, tratamiento, reciclaje y sus desafíos y oportunidades para la ciudad de San Pablo, Brasil** (CCAC e ISWA 2016a).

En 2016, la ciudad de San Pablo desarrolló una estrategia de gestión de residuos orgánicos para complementar su plan existente de gestión integral de los residuos que se basa en cuatro pilares: la recolección y el transporte separados de residuos orgánicos, el tratamiento a pequeña escala de residuos orgánicos, la comunicación con las partes interesadas y la creación de instrumentos económicos capaces de motivar a diversos actores. La estrategia se adapta a las prácticas y necesidades puntuales de la gestión de residuos de la ciudad y presenta un enfoque detallado para construir de forma sistemática un programa ascendente de gestión de residuos orgánicos.

instalaciones descentralizadas, en lugar de transportarlos largas distancias a vertederos ubicados fuera de la ciudad). Como beneficio adicional, las ciudades pueden generar ingresos potenciales a partir de los productos de tratamiento de residuos orgánicos (p. ej., abono, biogás). Los pasos para implementar una gestión de residuos orgánicos incluyen:

- 1. Comprender el flujo de residuos.** El desvío de residuos orgánicos debe basarse en el tipo de residuo generado y la fuente del residuo. Por lo tanto, el diseño de un programa de desvío se debe basar en los resultados de una caracterización de los residuos, como se describe en la sección [Caracterización de los residuos](#).
- 2. Promulgar políticas de apoyo.** Las políticas locales, como reglas de separación obligatorias, pueden ayudar a impulsar los esfuerzos orgánicos de desvío. Para obtener más información sobre las políticas que se han promulgado en las ciudades para promover la segregación de flujos de residuos, consulte la siguiente sección, [Evaluación de las opciones de separación](#).
- 3. Comprender las opciones tecnológicas.** Las opciones de tratamiento dependerán del tipo de residuo generado y de diversas condiciones locales.

- 4. Incluir de las partes interesadas.** Las comunicaciones y la difusión son componentes fundamentales de los programas efectivos de desvío de residuos orgánicos, ya que pueden ayudar a impulsar las tasas de desvío. Para obtener más información sobre las estrategias de participación de las partes interesadas, consulte la sección [Participación de las partes interesadas](#).
- 5. Garantizar la calidad.** Los productos, incluido el compost y el digestato obtenidos del tratamiento de residuos orgánicos, deben ser de alta calidad para garantizar que no contaminen la tierra en la que se aplican.
- 6. Garantizar la seguridad.** Las plantas de tratamiento presentan variedad de peligros, incluidos los mecánicos, las explosiones y el fuego.

### Recopilación y análisis de datos

Comprender las cantidades, tipos y fuentes de los residuos orgánicos dentro del flujo de residuos es fundamental para identificar y seleccionar políticas y tecnologías efectivas para desviar esos residuos, tratarlos y usarlos como recurso.

La sección [Caracterización de los residuos](#) presentó las mejores prácticas para la realización de estudios de caracterización de residuos con el fin de mapear cantidades, tipos y fuentes de residuos en general. Estos





estudios pueden proporcionar información útil para comenzar a identificar posibles opciones de gestión de residuos orgánicos. Además, las ciudades pueden realizar análisis más detallados de los residuos orgánicos para planificar y diseñar estrategias de desvío más amplias y proyectos individuales de gestión de residuos orgánicos. Por ejemplo, muchas ciudades han realizado análisis para identificar cuáles son los negocios, instituciones e instalaciones que generan grandes cantidades de residuos orgánicos. Estas fuentes son a menudo las primeras que las ciudades eligen para realizar proyectos piloto de gestión de residuos orgánicos. La ubicación de instalaciones de compost o DA cerca de estos grandes generadores puede reducir los costos de transporte de los residuos.

### Evaluación de las opciones de separación

Después de que una ciudad recopila datos sobre cuáles son las fuentes de residuos orgánicos, debe determinar los medios más adecuados para alentar o exigir a los residentes, empresas e instituciones, que separen los materiales orgánicos del flujo general de residuos. Separar las fracciones orgánica e inorgánica del flujo de residuos minimiza el riesgo de contaminación del compost; es muy difícil para las ciudades vender el compost contaminado y su uso no es recomendable. La separación de los residuos orgánicos de los residuos inorgánicos también es importante para los proyectos de DA, ya que las materias primas orgánicas limpias ayudan a garantizar una eficiencia óptima del gestor.

Las estrategias de separación a menudo incluyen:

- **Órdenes de separación.** Muchas ciudades requieren que ciertos segmentos de la población separen la fracción orgánica de sus residuos. Estos órdenes pueden aplicarse a todos los generadores de residuos o apuntar a ciertos tipos de entidades (p. ej., generadores de residuos orgánicos a gran escala o proyectos grandes de desarrollo de nuevas viviendas). La sección [Separación, recolección y transporte](#) ofrece más detalles sobre las órdenes de separación y cómo se implementan a través de programas de recolección de residuos por separado.
- **Prohibiciones o cargos por la eliminación de residuos orgánicos.** Algunas ciudades han implementado sanciones e incentivos económicos, incluidas prohibiciones sobre la eliminación futura de residuos orgánicos en basureros y vertederos, el aumento de las tarifas sobre los

residuos orgánicos para alentar a las empresas y compañías de recolección a desviar estos materiales para el tratamiento, y la reducción de las tarifas de recolección para los hogares que separan sus residuos correctamente.

- **Objetivos del desvío de los residuos orgánicos.** Al igual que las prohibiciones de eliminación de los residuos orgánicos, algunas ciudades utilizan objetivos de desvío (p. ej., reducir la cantidad de eliminación de los residuos orgánicos para un cierto año en el futuro) para ayudar a guiar la toma de decisiones sobre programas y proyectos de gestión de residuos sólidos.
- **Programas voluntarios.** Las ciudades pueden establecer programas de incentivos o desafíos para alentar a los residentes, empresas, escuelas y otros participantes a separar sus residuos.

### Selección de tecnologías de tratamiento

Al seleccionar las tecnologías para el tratamiento de los residuos orgánicos separados, las ciudades generalmente consideran una diversidad de factores técnicos y financieros, que incluyen:

- **Las consideraciones técnicas** incluyen las cantidades, los tipos y las fuentes de los residuos orgánicos que se tratarán; el tamaño y la capacidad operativa de una potencial planta de tratamiento;

## Preguntas para los responsables de la toma de decisiones

- ¿Dónde se encuentran los generadores a gran escala de residuos orgánicos y qué tipos de residuos se generan; habrá materia prima constante para las instalaciones de tratamiento?
- ¿Qué estrategias de separación tienen más sentido, dados los objetivos de la ciudad acerca de la desviación de residuos orgánicos?
- ¿Qué infraestructura y soporte necesitarán las entidades afectadas de la ciudad para garantizar una separación exitosa de los residuos orgánicos?
- ¿Cuál es el mercado de los productos resultantes del tratamiento, incluidos el compost, el biogás y el digestato?





## Compostaje en Dhaka, Bangladesh

Para obtener más información, revise las **Guías de buenas prácticas C40: Dhaka: proyecto de compostaje** (Ciudades C40 2016a).

Waste Concern, una organización no gubernamental con sede en Dhaka, ha estado operando proyectos de compostaje en Bangladesh desde 1995. Al principio, la organización tuvo dificultades para vender el abono que producía, principalmente causado por la fuerte competencia por parte de las compañías de fertilizantes químicos. Para abordar este desafío, la organización trabajó para garantizar que su compost cumpliera con las más altas normas de calidad y ahora vende su abono a las empresas de fertilizantes, que luego lo venden a los agricultores como mejoradores del suelo para complementar los fertilizantes químicos.

la cantidad de los productos finales (p. ej., abono o biogás) que se venderán o utilizarán; y cualquier norma o certificación relevante que se requiera para esos productos.

- Las **consideraciones financieras** incluyen los costos de capital asociados con la construcción de la planta, costos operativos para mantenerla, ingresos por la venta de sus productos y planes de comercialización para la venta de productos a compradores específicos. Las ciudades pueden usar herramientas como el modelo [OrganEcs](#) (EPA de EE. UU. 2015c) desarrollado por la Iniciativa Municipal de los residuos sólidos del CCAC para estimar los costos de los proyectos de compostaje o DA para el tratamiento de residuos orgánicos.

Las ciudades a menudo realizan estudios de viabilidad para analizar estos factores, identificar posibles desafíos (consulte la Figura 10.4), determinar si se debe desarrollar un proyecto y de qué manera. Los estudios bien confeccionados (p. ej., con datos de alta calidad y documentación cuidadosa de los supuestos) pueden ayudar a las ciudades a obtener el apoyo de instituciones financieras y socios del sector privado.

Hay varias herramientas disponibles para ayudar a las ciudades a realizar evaluaciones de viabilidad técnica y financiera de los proyectos de gestión de residuos orgánicos. Organizaciones como la Iniciativa Municipal de residuos sólidos del CCAC y la Iniciativa Global de

Metano ofrecen series de estas herramientas, como la [Plataforma Municipal de Conocimiento de residuos sólidos: Herramientas](#) [CCAC sin fecha(b)] y [Herramientas y recursos](#) [IGM sin fecha(a)] para proyectos de biogás.

## Preguntas para los responsables de la toma de decisiones

- ¿Qué tamaño de proyecto tiene más sentido, teniendo en cuenta la demanda local de productos y la disponibilidad de materia prima?
- ¿Qué tecnologías tienen más sentido, dadas las necesidades y las capacidades específicas de la ciudad?
- ¿Cómo garantizará la ciudad un flujo especializado de materia prima de calidad?
- ¿Cómo garantizará la ciudad la operación y mantenimiento efectivo de las instalaciones operando a plena capacidad?
- ¿Qué procesos y procedimientos implementará la ciudad para garantizar que su abono cumpla con las normas de calidad, o que su sistema de DA genere cantidades óptimas de biogás y digestato de alta calidad?
- ¿Cómo comercializará la ciudad los productos (por ejemplo, el abono y el biogás) a los posibles usuarios finales?



Figura 10.4 Desafíos frecuentes del tratamiento de residuos orgánicos y posibles soluciones



**Compostaje y digestión anaerobia (DA)**

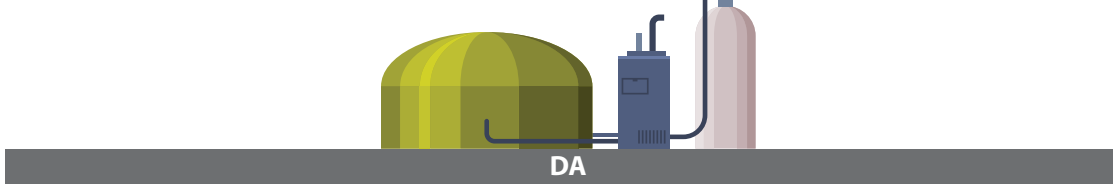
Desafíos	Solución posible
Peligros de las operaciones y riesgos ocupacionales	Proporcionar capacitación y sistemas para el aseguramiento de calidad
Altos costos de capital y funcionamiento	Considerar los mecanismos de recuperación de costos, incluidos los honorarios por recolección que sean específicos para los residuos orgánicos Evitar costos de capital excesivos mediante el uso de instalaciones de compostaje pequeñas y descentralizadas a escala vecinal



**Compostaje**

Desafíos	Posible solución
Demanda limitada de abono por parte de los usuarios finales	Vender abono a compañías de fertilizantes que puedan comercializar el abono con otros productos Usar abono en terrenos públicos para proyectos de paisajismo, de modificación del suelo o de control de erosión Llevar a cabo actividades de extensión con agricultores locales que pueden usar el abono Trabajar con gobiernos nacionales para crear entornos propicios que aumenten la demanda de abono (p. ej., adoptar normas de calidad, exigir que las compañías de fertilizantes compren y comercialicen un determinado porcentaje del abono)

Compost de baja calidad/contaminación	Asegurar la materia prima de las ubicaciones que producen flujos de residuos orgánicos puros que son fáciles de separar (p. ej., mercados de productos) Comunicarse continuamente con las partes interesadas acerca de los tipos aceptables de residuos orgánicos (ver Figura 10.5) Seguir las pautas técnicas establecidas para mantener condiciones óptimas de funcionamiento Proporcionar oportunidades continuas y rigurosas de capacitación para el personal de las instalaciones
---------------------------------------	---



**DA**

Desafíos	Solución posible
Producción baja/desigual de biogás	Garantizar una mezcla óptima de materias primas para maximizar el potencial de generación de biogás (p. ej., usando la Herramienta de <a href="#">selección de proyectos de DA</a> (CCAC 2018a))
Mal funcionamiento del sistema	Asegurar la materia prima de las ubicaciones que producen flujos de residuos orgánicos puros que son fáciles de separar (p. ej., mercados de productos) Seguir las pautas técnicas establecidas para mantener condiciones óptimas de funcionamiento Proporcionar oportunidades continuas y rigurosas de capacitación para el personal de la instalación





Figura 10.5. ESTUDIO DE CASO



Fuente: Gobierno de Chile

## Separación y compostaje de residuos orgánicos en La Pintana, Chile

La Pintana realizó un estudio de caracterización de sus residuos y determinó que los residuos vegetales constituyeron la mayor parte del flujo de residuos sólidos de la ciudad. Para gestionar estos residuos de manera adecuada, el gobierno decidió iniciar un programa de compostaje basado en la infraestructura existente y otros recursos locales. Los residentes de La Pintana reciben recipientes de 35 litros y los graduados universitarios locales de áreas relacionadas con el medio ambiente realizan campañas de difusión puerta a puerta para enseñarles a los residentes la importancia de separar los residuos vegetales. El sistema de recolección de residuos separados se construyó sobre rutas existentes y no aumentó la cantidad de camiones de recolección de residuos ni los costos. Los residuos vegetales recolectados se transportan a una planta de tratamiento donde se procede a su compostado. La planta incluye un área de compostaje que puede procesar alrededor de 18 toneladas métricas de residuos por día y un área de vermicultura que puede tratar entre 18 y 20 toneladas métricas adicionales de residuos por día (Allen 2012).

Cada día se recolectan aproximadamente 35 toneladas métricas de residuos vegetales de los hogares y mercados callejeros de La Pintana. Los residuos desviados de los vertederos le ahorran a la ciudad aproximadamente USD 700 por día en costos de transporte y eliminación. Además, el abono producido por la vermicultura puede venderse a USD 40 por kilogramo (Programa LEED de la OCDE 2014). Este nuevo sistema funciona a un costo diario más bajo que el anterior (cuando se vertían todos los residuos), lo que le ahorra dinero a La Pintana y genera beneficios sociales y ambientales.

Para obtener más información sobre las actividades de compostaje de La Pintana, revise el documento *El camino hacia el crecimiento ecológico de Chile: Medición del progreso a nivel local* (Programa LEED de la OCDE 2014) y *La Pintana, Chile: Priorización de la recuperación de residuos vegetales* (Allen 2012).



Esta página queda intencionalmente en blanco.



# 11 RECICLAJE







## Recursos clave

-  [What a Waste 2.0: un panorama global de la gestión de residuos sólidos para 2050 \[What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050\]](#) (Kaza et al. 2018)
-  [Descripción general del marco legal para la inclusión de los recicladores informales en Brasil \[Overview of Legal Framework for Inclusion of Informal Recyclers in Brazil\]](#) (Dias 2011)
-  [Reciclaje y eliminación de residuos sólidos municipales en países de ingresos bajos y medios \[Recycling and Disposal of Municipal Solid Waste in Low and Middle-Income Countries\]](#) (ONU-Habitat 2011)
-  [Una nueva visión circular para la electrónica \[A New Circular Vision for Electronics\]](#) (WEF 2019)
-  [Normas ISO para el reciclaje \[ISO Standards for Recycling\]](#) (ISO 2020)
-  [Kit de herramientas para instalaciones de recuperación de materiales \[Materials Recovery Facility Toolkit\]](#) (ADB 2013)



## Sección 11

# Reciclaje

Aunque los materiales reciclables representan solo el 16 por ciento de los residuos sólidos generados en los países de bajos ingresos, la cantidad de residuos generados y la fracción de residuos reciclables generalmente aumentan a medida que mejoran las economías (Kaza et al. 2018). Al recolectar y separar estos materiales del flujo de residuos, muchas ciudades han preservado el espacio de los vertederos, generado ingresos y dado empleo a los residentes. El reciclaje no sólo hace que las ciudades ahorren dinero, sino que ayuda al medioambiente al reducir la energía y los recursos naturales necesarios para crear nuevos productos, evitando el flujo de residuos hacia los cuerpos de agua.

Esta sección proporciona información sobre los beneficios del reciclaje, los tipos más comunes de materiales reciclables, los desafíos de operar un programa de reciclaje exitoso y las mejores prácticas para planificar e implementar programas de reciclaje

## ¿Qué es el reciclaje?

El reciclaje es la recolección y procesamiento de materiales que de otra manera se desecharían como residuos, y su conversión a nuevos productos. Las ciudades pueden beneficiarse de los programas de reciclaje de las siguientes maneras:

- **Reducir los costos de la eliminación de residuos.** El reciclaje reduce la cantidad de residuos enviados a los vertederos, lo que extiende la vida útil de esas instalaciones y reduce los costos de ubicación, construcción y operación de las nuevas instalaciones.
- **Reducir los impactos ambientales.** En muchos países en vías de desarrollo, los residuos no recolectados se queman a la intemperie para reducir su volumen. Reducir la cantidad de material reciclable que se quema al aire libre mejora la calidad del aire y reduce las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, aumentar las tasas de reciclaje ayuda a evitar que los residuos se conviertan en basura marina, especialmente en áreas costeras.

- **Reducir el uso de materiales vírgenes.** Al enlentecer la extracción de materias primas vírgenes se conservan recursos naturales como la madera, el agua y los minerales, al tiempo que aumenta la seguridad económica a través del uso de una fuente nacional de materiales fácilmente disponibles.
- **Fortalecer el crecimiento económico y la igualdad social.** El reciclaje crea empleo y ofrece a la población local una fuente de ingresos. Los programas formales de reciclaje que algunas ciudades apoyan han servido para que los trabajadores del sector informal se conviertan en personal formal de gestión de residuos sólidos, mejorando su salud, seguridad y condiciones de trabajo.

Aunque muchos elementos son pasibles de reciclar, los más comunes incluyen:

- **Papel.** El papel se puede reciclar para producir más papel y productos derivados del papel. Además, las fibras de papel reciclado pueden convertirse en otros productos comercializables, tales como cinta, vendajes o aislamiento. Sin embargo, el papel no se puede reciclar indefinidamente porque sus fibras se acortan con cada uso.
- **Aluminio.** El aluminio es un material ideal porque puede reciclarse varias veces sin perder su calidad y, por lo general, tiene un valor económico más alto. La producción de aluminio reciclado ahorra más del 90 por ciento de la energía asociada con la fabricación de aluminio nuevo (La Asociación del Aluminio 2019).
- **Acero.** Las latas de acero son los elementos domésticos más comunes para reciclar; sin embargo, se puede reciclar chatarra de todo tipo. Es probable que el acero sea el producto más reciclado a nivel mundial y los fabricantes lo utilizan para producir una amplia variedad de productos, como productos de construcción y vehículos. El reciclaje de latas de acero puede ahorrar entre el 60 y 74 por ciento de la energía requerida para producir nuevas latas a partir de materias primas (EPA de EE. UU. 2016a).



- **Plásticos.** En 2016, los plásticos representaron el 12 por ciento de los residuos sólidos a nivel mundial (Kaza et al. 2018). Los plásticos pueden tardar de cientos a miles de años en descomponerse, lo que representa importantes problemas para el medio ambiente y la salud humana (Anexo 11.1). A nivel local, algunos tipos de plástico (p. ej., polietileno de alta densidad y tereftalato de polietileno) pueden reciclarse para realizar una variedad de artículos, incluyendo madera plástica, muebles, bloques de cemento, asfalto para carreteras y artículos domésticos (p. ej., contenedores, cestas, tapetes).
- **Baterías.** Las baterías alcalinas, que son utilizadas con frecuencia en diversos usos domésticos (p. ej., linternas), se reciclan en muchas instalaciones. Las baterías de plomo-ácido contienen metales pesados y deben reciclarse en instalaciones con equipos adecuados de control de la contaminación del aire. Las baterías de iones de litio se están convirtiendo en un medio de almacenamiento de energía cada vez más popular. Se pueden reciclar, pero deben recolectarse y manipularse por separado porque pueden explotar bajo presión y provocar incendios. Consulte la sección [Identificación de residuos especiales](#) para obtener más información.
- **Vidrio.** El vidrio es otro material que mantiene su calidad y no se desgasta con el tiempo. Las botellas y los frascos de vidrio pueden volver a fabricarse para hacer nuevos recipientes de vidrio. También se pueden reutilizar como contenedores de almacenamiento sin someterse al proceso de refabricación.
- **Aceite de motor usado.** El aceite de motor usado puede convertirse en lubricante, ser procesado para hacer fuelóleos o utilizarse como materia prima para otros procesos de la industria de refinación del petróleo. El aceite de motor se recicla bien porque no se desgasta; para su reutilización, solo necesita ser purificado. El reciclaje de aceite de motor usado es más efectivo cuando este material se recolecta por separado.
- **Neumáticos.** Las llantas recolectadas por separado se pueden utilizar en muchas aplicaciones diferentes según el mercado. Pueden procesarse y utilizarse en carreteras como alternativa a la grava, embalsarse para usos de ingeniería civil o incluso triturarse y utilizarse como revestimientos y cubiertas para vertederos.

En algunos países, los neumáticos se utilizan como combustible en las instalaciones de incineración. Es importante comprender el uso final antes de procesar los neumáticos de desecho. Existen algunas preocupaciones ambientales con este proceso, pero el combustible derivado de neumáticos es más eficiente que otros tipos de combustibles fósiles (EPA de EE. UU. 2016e).

- **Residuos electrónicos (e-waste).** Los residuos electrónicos generalmente incluyen materiales de desecho tales como componentes eléctricos o electrónicos, incluidos los teléfonos, computadoras, electrodomésticos y otros materiales. Muchos de estos se pueden reciclar si se manejan adecuadamente. Según un informe de 2019 del Foro Económico Mundial (WEF 2019), los residuos electrónicos globales tienen un valor de más de USD 60 mil millones anualmente. La construcción de sistemas para recuperar ciertos materiales de estos productos es un área de enfoque prioritario para muchos países.

El valor del material reciclado es varía mucho y depende del país y del mercado para el cual se utilice. Además, los datos sobre el valor de los artículos que pueden reciclarse no están completos en muchos países, lo que dificulta realizar una estimación del valor.

## Desafíos

Aunque el reciclaje ahorra recursos y energía, las ciudades a menudo luchan por implementar un programa de reciclaje exitoso por una variedad de razones, que incluyen:

- **Calidad.** Los materiales reciclables deben cumplir con umbrales de calidad específicos para convertirse en nuevos productos, lo que requiere una cuidadosa clasificación y tratamiento. Por ejemplo, los diferentes tipos de plásticos tienen propiedades únicas que los hacen más o menos adecuados para el reciclaje. Si los plásticos de mayor calidad no se separan de los plásticos de menor calidad, la totalidad de los plásticos solo se puede utilizar para producir productos para los cuales los plásticos de menor calidad sean adecuados. La [Organización Internacional de Normalización](#) (ISO 2020) proporciona normas para el reciclaje de materiales. Seguir estas normas puede ayudar a garantizar la calidad.







## CASO CONCRETO

### El programa de reciclaje de Túnez

En 1997, Túnez lanzó el programa de reciclaje Eco-Lef para abordar el problema de los residuos plásticos del país. Un componente principal del programa es su principio de responsabilidad extendida del productor, en el cual los productores de empaques son responsables del tratamiento y la disposición final de los productos de posconsumo. La responsabilidad extendida del productor ayuda a crear un sistema sostenible a nivel financiero que alienta a los trabajadores del sector informal a recolectar materiales reciclables y entregarlos a los centros de recolección Eco-Lef. Los recolectores de residuos reciben más dinero por llevar artículos a un centro de recolección Eco-Lef. En los centros, el precio del plástico es de aproximadamente 200 dinares más por tonelada que en un mercado tradicional (Kaza et al. 2018). Cuando se implementó el programa Eco-Lef a nivel nacional, las ciudades individuales observaron un crecimiento del empleo, una mayor incorporación del sector informal y una reducción de los residuos plásticos.

- **Contaminación.** Los materiales reciclables se consideran contaminados cuando los no reciclables no se separaron completamente (por ejemplo, si las baterías de iones de litio, que pueden causar incendios si no se manipulan por separado, permanecen en los componentes electrónicos). Los materiales reciclables también se pueden contaminar cuando los artículos no se limpian correctamente (p. ej., hay residuos de alimentos aún presentes en el artículo cuando éste ingresa al flujo de reciclaje) o a través de la dispersión de aditivos como el ftalato. La contaminación a menudo lleva a que un lote completo de materiales reciclables sea enviado a un vertedero en lugar de ser reciclado. La contaminación de materiales no reciclables también puede hacer que la maquinaria utilizada en el proceso de reciclaje no funcione correctamente.
- **Mercados volátiles.** La demanda por los productos reciclables puede cambiar de maneras impredecibles, dando como resultado que los precios fluctúen. En algunos casos, las caídas repentinas en los precios de los materiales pueden hacer que las instalaciones de reciclaje que están en operación se vuelven insostenibles. En estos casos, los materiales reciclables pueden terminar siendo desechados en los vertederos.
- **Altos costos operativos.** Las operaciones de reciclaje pueden implicar altos costos de mano de obra y de transporte de materiales. En lugares donde estos costos son elevados, el reciclaje de materiales de menor valor a menudo no es rentable.
- **Financiamiento para inversiones de capital.** Al igual que con cualquier proyecto de infraestructura, la construcción de instalaciones de reciclaje generalmente requiere de un financiamiento externo. Para obtener más información sobre el financiamiento de proyectos del sector de residuos, incluido el uso de esquemas extendidos de responsabilidad del productor para compensar los costos del reciclaje, consulte la sección [Consideraciones económicas](#).
- **Falta de plantas de procesamiento.** La infraestructura puede ser una barrera importante para la implementación de programas de reciclaje. Muchas ciudades no están equipadas con instalaciones de recuperación de materiales (MRF), o puede haber una falta de industrias o mercados para la conversión de materiales reciclados en productos.
- **Falta de tecnología adecuada.** Algunos artículos no pueden reciclarse sin tecnología avanzada (p. ej., plásticos de un solo uso). Si estos artículos ingresan al flujo de material reciclado, pueden quedar atrapados en la maquinaria y dañar el equipo de clasificación. Estos artículos a menudo terminan en vertederos o como basura marina.



- **Inquietudes ambientales y de salud.** El transporte y procesamiento de materiales reciclables puede provocar una mayor contaminación del aire. El reciclaje también puede llevar a un mayor uso de agua para garantizar que los artículos no estén contaminados. Algunos materiales son muy peligrosos cuando no se manipulan adecuadamente (p. ej., las baterías de iones de litio pueden explotar y provocar incendios). Estos impactos ambientales deben sopesarse con las ganancias ambientales del reciclaje.
- **Incorporación del sector informal.** No siempre es fácil incorporar el sector informal, ya que a menudo desplaza a los intermediarios que han estado en el negocio del reciclaje durante mucho tiempo. Las ciudades también tienen presupuestos limitados y es posible que no puedan incorporar al sector informal en sus nóminas. Consulte la sección [Reciclaje del sector informal](#) para obtener más información sobre la inclusión del sector informal.
- **Comprender el flujo del reciclaje.** Los planes de reciclaje deben basarse en el tipo de material generado y recolectado y, por lo tanto, dependerán de la caracterización de los residuos, como se describe en la sección [Caracterización de los residuos](#).
- **Realizar investigaciones de mercado.** Las ciudades han encontrado que es útil recopilar y analizar datos acerca de la dimensión del mercado local para los materiales reciclables. Las consideraciones clave incluyen cuán lejos se encuentra la planta de reciclaje o de refabricación más cercana, quién se hará cargo de los costos de transporte de materiales a esa planta, y la volatilidad de los precios de mercado para los diferentes materiales.

## Mejores prácticas

Esta sección identifica las mejores prácticas para planificar e implementar programas de reciclaje, incluida la planificación, recolección, separación, procesamiento, clasificación y venta de materiales reciclables para la refabricación.

### Planificación estratégica

Muchas ciudades han encontrado útil establecer un plan o programa de reciclaje formal; para ver ejemplos, consulte la [Plataforma Municipal de Conocimiento de Residuos Sólidos: Ciudades](#) [CCAC sin fecha(a)]. Los planes de reciclaje generalmente establecen cómo la ciudad cumplirá con sus objetivos de reciclaje a través de la adopción e implementación de diversas políticas, programas y proyectos. Si bien existen costos iniciales para establecer un programa de reciclaje, las ciudades en general pueden ahorrar dinero mediante la reducción de costos de recolección y transporte de materiales, así como la reducción de la necesidad de generar vertederos nuevos y más grandes o instalaciones de incineración. Los pasos para establecer un plan de reciclaje formal incluyen:

## Preguntas para los responsables de la toma de decisiones

- ¿Cuáles son los objetivos de la ciudad para el establecimiento de un programa de reciclaje? ¿Es para desviar los residuos de los vertederos, prevenir la basura marina o promover el crecimiento económico?
- ¿Cómo puede la ciudad garantizar un flujo limpio y de calidad de los materiales reciclables con un bajo nivel de contaminación?
- ¿Qué papel puede desempeñar el sector informal en la separación y el procesamiento de los materiales reciclables?
- ¿Existen socios del sector privado que la ciudad pueda contratar (p. ej., empresas con responsabilidad social corporativa u objetivos de responsabilidad extendida de los productores)?
- ¿Cuáles son los mejores métodos para comunicarse con las partes interesadas sobre los esfuerzos de reciclaje?
- ¿Cuál es el mercado de los materiales reciclables? ¿Cómo se adaptaría la ciudad a las caídas en los precios de los materiales?
- ¿Existe una infraestructura existente que pueda utilizarse para facilitar el reciclaje (p. ej., espacios no utilizados que puedan adaptarse para servir como instalaciones de reciclaje)?
- ¿Hay mano de obra adecuada disponible para operar las instalaciones de reciclaje de manera rentable?





## La política nacional sobre residuos sólidos de Brasil

Para obtener más información, consulte la **Ley N.º 12305: Política Brasileña Sobre Residuos Sólidos** (NR brasileño 2010).

En agosto de 2010, el gobierno de Brasil aprobó una ley para establecer una Política Nacional Brasileña Sobre Residuos Sólidos. Esta legislación tiene como objetivo una mayor integración e involucramiento de los trabajadores del sector informal en el proceso de reciclaje, y el otorgar incentivos para que las agencias locales desarrollen organizaciones para los trabajadores del sector informal. Mediante la creación de un plan de los residuos sólidos, Brasil tiene como objetivo cerrar y recuperar los vertederos, lo que también proporcionará beneficios sociales y económicos a los trabajadores del sector informal. La ley exige que los servicios de gestión de residuos prioricen el reclutamiento, la organización y la funcionalidad de los trabajadores del sector informal.

de la ONU, [Reciclaje y eliminación de residuos sólidos municipales en países de ingresos bajos y medios](#).

### Recolección y separación

Los materiales reciclables pueden ser recolectados y separados por los generadores, los recolectores o a través de contenedores comunitarios dedicados (consulte la sección [Separación, recolección y transporte](#)). Los materiales reciclables separados por los generadores tienden a ser de mayor calidad que los materiales reciclables separados a partir de residuos mixtos; sin embargo, la separación en el hogar o en un negocio requiere un esfuerzo diligente por parte de los generadores. Por lo tanto, las comunicaciones y la difusión son factores esenciales de un programa exitoso de recolección para el reciclaje, especialmente si una ciudad está tratando de alentar a los generadores a separar los materiales reciclables. Para obtener más información sobre las estrategias de participación de las partes interesadas, consulte la sección [Participación de las partes interesadas](#).

En muchas ciudades se utilizan contenedores comunitarios. Las ciudades han encontrado importante llevar a cabo actividades de extensión y proporcionar instrucciones claras sobre qué se puede reciclar y en qué contenedor, lo que ayuda a evitar la contaminación. Consulte la sección [Separación, recolección y transporte](#) para obtener más información acerca de los contenedores comunitarios.

- **Promulgar políticas de apoyo.** Políticas locales, como las reglas de separación obligatorias, pueden ayudar a impulsar los esfuerzos de reciclaje. Estas políticas también pueden ayudar a reducir el riesgo de contaminación del flujo de reciclaje. Para obtener más información sobre las políticas que las ciudades pueden promulgar para promover la segregación del flujo de residuos, consulte la sección [Separación, recolección y transporte](#).
- **Incluir da las partes interesadas.** La comunicación y la difusión son componentes fundamentales de un programa de reciclaje efectivo, ya que ayudan a aumentar la participación pública en la separación de los materiales reciclables a nivel del hogar, reducen el riesgo de contaminación del flujo de reciclaje y pueden ayudar a aumentar las tasas de reciclaje. Para obtener más información sobre las estrategias de participación de las partes interesadas, consulte la sección [Participación de las partes interesadas](#). Consulte la Figura 11.4 para ver un estudio de caso sobre la participación de recicladores independientes.

Para obtener más información sobre cómo establecer programas de reciclaje, consulte la guía Hábitat (2011)





La separación de materiales reciclables es a menudo realizada por trabajadores del sector informal fuera de los hogares, en estaciones de transferencia y vertederos. Incorporar trabajadores del sector informales al proceso de cobro formal les proporciona beneficios de empleo mientras ponen su experiencia a buen uso. Para obtener información detallada sobre la recolección y separación y la incorporación de los trabajadores del sector informal, consulte la sección [Separación, recolección y transporte](#).

### Procesamiento y clasificación ✓

Después de la recolección y la separación, los materiales reciclables son transportados a una instalación de procesamiento. En esta instalación, los materiales reciclables son clasificados de acuerdo con el tipo de material, limpiados para eliminar los contaminantes y preparados para ser transportados a una instalación de molienda, donde se descompone el material, o a una instalación de fabricación si no se necesita más procesamiento.

Los MRF están diseñados específicamente para clasificar y recuperar materiales reciclables. Pueden ubicarse en una instalación de transferencia o en una ubicación independiente. Los MRF emplean una combinación de tecnologías para clasificar los materiales reciclables. Las tecnologías frecuentes incluyen pantallas cilíndricas giratorias que separan los materiales según el tamaño, imanes aéreos para recolectar artículos que contienen hierro o acero y cintas transportadoras que mueven los materiales lentamente junto a los equipos de trabajadores, quienes van retirando los artículos reciclables. Aunque los MRF de alta tecnología no son comunes en los países en vías de desarrollo, muchas ciudades utilizan instalaciones a menor escala para coordinar la separación de materiales reciclables mediante el uso de soluciones de baja tecnología, como la clasificación manual (consulte la Figura 11.1).

Algunos MRF que procesan materiales reciclables utilizan intermediarios que compran materiales reciclables a trabajadores del sector informal y los clasifican, limpian y empaquetan antes de enviarlos a las instalaciones. Los trabajadores del sector informal a menudo tienen acuerdos para vender materiales reciclables a intermediarios a cambio de algún artículo o servicio (p. ej., un intermediario que le presta un carrito al trabajador).

Figura 11.1. Clasificación manual de materiales reciclables en una instalación en Pune, India



La exposición al polvo y a otros contaminantes es una preocupación para los trabajadores de los MRF y otras instalaciones de reciclaje, por lo que a nivel de la ciudad se considera importante contar con ventilación adecuada en las instalaciones y proporcionar equipo de protección personal (p. ej., máscaras antipolvo, guantes) para los trabajadores.

### Venta de materiales para refabricación

Después de que se ha realizado todo el procesamiento necesario, los materiales reciclables se convierten en nuevos productos en plantas de reciclaje u otras instalaciones, como fábricas de papel o plantas de fabricación de botellas. Aunque las ciudades generalmente no remanufacturan productos, pueden ayudar a garantizar que la calidad de los materiales cumpla con los estándares de los remanufacturadores. La Figura 11.3 proporciona un ejemplo de cómo algunas ciudades utilizan los bancos de residuos para coordinar esfuerzos para la venta de materiales reciclables.





Figura 11.2. ESTUDIO DE CASO



## Uso de bancos de residuos para procesar materiales reciclables en Indonesia

En Indonesia, muchas ciudades han adoptado el modelo de “banco de residuos” para organizar sus esfuerzos de reciclaje. Los bancos de residuos son instalaciones descentralizadas de procesamiento de residuos a pequeña escala a donde los residentes locales pueden traer sus materiales reciclables y recibir pagos en función del valor diario de mercado de los materiales. Los residentes que eligen participar generalmente reciben un “libro bancario” que se utiliza para registrar “depósitos”. Los participantes pueden ahorrar sus ganancias en el banco o cobrarlas.

El personal del banco de residuos, que generalmente son residentes locales, recibe, separa y agrupa los materiales reciclables para venderlos a los recicladores. En algunos bancos de residuos, el personal utiliza equipos de procesamiento para convertir los materiales reciclables en nuevos productos. Por ejemplo, en un banco de residuos en Yakarta, el personal opera equipos de trituración para convertir las botellas de plástico en escamas que se venden a los recicladores a un precio más alto que las botellas intactas (consulte la fotografía anterior). Muchos bancos de residuos también emplean personal que convierte materiales reciclables en artesanías para la venta.

En Indonesia, el modelo de banco de residuos ha crecido en popularidad en los últimos años, especialmente en respuesta a la creciente concientización sobre los beneficios del aumento de las tasas de reciclaje para prevenir la basura marina. Al 2018, había más de 2800 bancos locales de residuos operando en el país. Muchos de estos bancos cuentan con el apoyo de compañías privadas, como Unilever.

Para obtener más información, consulte el sitio web del **Programa Ambiental de Unilever Indonesia** (Unilever, sin fecha).







Figura 11.3. ESTUDIO DE CASO



## Recicladores independientes de residuos en la ciudad de Ho Chi Minh, Vietnam

Los recolectores de residuos independientes desempeñan un papel importante en el sistema de gestión de los residuos sólidos de la ciudad de Ho Chi Minh, al recolectar materiales reciclables en vecindarios que son prácticamente inaccesibles. Su trabajo reduce la cantidad de materiales reciclables en los vertederos y disminuye el costo de recolección de residuos para el gobierno municipal. A pesar de estos beneficios ambientales y económicos, los recolectores independientes de residuos aún carecen del equipo de salud ocupacional necesario.

La Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional se asoció con Environnement et Développement du Tiers-Monde para fortalecer el sistema de gestión de los residuos sólidos de Ho Chi Minh, dando apoyo a los recolectores independientes de residuos. Estos brindaron capacitación a las cooperativas de recolección existentes y crearon una red de cooperativas para abogar de manera más efectiva por salarios más altos, equipos de protección, acceso al seguro de salud y aceptación por parte de la ciudad del uso de triciclos motorizados para la recolección.

Desde que comenzó el programa, la red cooperativa ha actuado en nombre de 1561 recolectores independientes de residuos. El programa también ha visto un aumento de las mujeres en funciones de liderazgo cooperativo (del 0 al 22 por ciento), en la atención médica (815 trabajadores obtuvieron un mejor acceso) y en el equipo de protección ocupacional (1200 trabajadores recibieron equipos), así como en actividades de concientización (con la participación de 8700 miembros de la comunidad). Además, los salarios mensuales de los recolectores independientes de residuos aumentaron alrededor del 65 por ciento a través de un aumento de USD 1 en las tarifas que pagan los hogares.

Para obtener más información, consulte [el estudio de caso sobre la reducción de los residuos plásticos mal manejados por parte de empresarios de residuos más racionales](#) de la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID 2019b).





## Reciclaje en el sector informal

El sector informal del reciclaje existe en la mayoría de las ciudades de los países en vías de desarrollo. Consta de personas, grupos y pequeñas empresas que realizan servicios periféricos relacionados con los residuos e implican la recolección y venta de materiales reciclables y reutilizables. El sector puede salvar una brecha donde las opciones para la eliminación, la recolección o la separación son deficitarias. Los trabajadores del sector informal a menudo operan en condiciones inseguras, sin los beneficios de los que goza el empleo formal, y experimentan una desigualdad en términos de ingresos. En las actividades de reciclaje pueden participar familias enteras, incluso niños pequeños, y muchas veces son su única fuente de ingresos. Los trabajadores del sector informal son a menudo marginados por la sociedad; a veces las personas se refieren a ellos utilizando términos desfavorables tales como “rescatadores”, “hurgadores” y “clasificadores de basura”.

### ¿Cómo funciona el sector informal del reciclaje?

Los trabajadores informales del reciclaje obtienen ingresos al vender los materiales reciclables que recolectan a una red de distribuidores e industrias (Wilson et al. 2009, Aparcana 2017). En algunos casos, los trabajadores pueden realizar ventas a otros trabajadores del sector informal que reutilizan el material para que forme parte de otro proceso o producto (p. ej., piezas recuperadas para reparación de equipos). El reciclaje que llevan a cabo los trabajadores del sector informal se realiza en múltiples ubicaciones:

- **Hogares.** Los trabajadores del sector informal pueden tener recorridos habituales donde recolectan o compran materiales reciclables (por ej., papel, metal, ropa) a los residentes. Esta práctica es más común cuando la recolección por parte de las autoridades locales es irregular o poco frecuente. El sector informal desempeña el papel de recolector de residuos.
- **Contenedores de recolección comunitarios y estaciones de transferencia.** En ausencia de un programa formal de reciclaje, los contenedores de recolección comunitarios y las estaciones de transferencia son una rica fuente de materiales para los trabajadores informales.
- **Basurales.** Es común que los trabajadores del sector informal recuperen el material directamente de los

basurales. A diferencia de los rellenos sanitarios, los basurales en los países en vías de desarrollo muchas veces carecen de cercas o muros para evitar el ingreso.

### ¿A qué riesgos están expuestos los trabajadores del sector informal?

Los trabajadores del sector informal del reciclaje están expuestos a numerosos riesgos que afectan su salud, su bienestar y su medio de vida. Estos riesgos incluyen a las condiciones de trabajo peligrosas que pueden provocar lesiones físicas, y exposición a toxinas y otros materiales que pueden ocasionar enfermedades crónicas. Además, los trabajadores del sector informal son a menudo explotados, ya que están dispuestos a trabajar por un salario mínimo, lo que exacerba una situación ya presente de vulnerabilidad socioeconómica. Los riesgos incluyen:

- **Condiciones de trabajo peligrosas.** Los trabajadores del sector informal del reciclaje rara vez cuentan con equipo de protección personal como guantes, máscaras o calzado adecuado. Los trabajadores están expuestos a objetos filosos tales como metal y vidrio, residuos peligrosos o incluso residuos médicos. El trabajo en los vertederos es particularmente peligroso cuando los residuos no son compactados adecuadamente y pueden desplazarse y causar fallas en la pendiente, similares a las avalanchas de residuos. Hay incidentes documentados de trabajadores del sector informal que han fallecido en derrumbes de taludes. Los trabajadores del sector informal a menudo están en las proximidades de equipos grandes (por ejemplo,

Figura 11.5. Trabajadores del sector informal en las proximidades de una excavadora en Addis Ababa, Etiopía



excavadoras y topadoras) y corren riesgo de lesiones cuando los operadores de esas máquinas no los ven (Figura 11.5).

- **Incendios.** En los vertederos se pueden producir incendios espontáneos debido a la presencia de metano proveniente de la descomposición de la materia orgánica. Algunas veces, las personas que trabajan en el sector informal del reciclaje prenden fuego los residuos con el fin de recuperar materiales reciclables de alto valor, como los metales. Los incendios tienen repercusiones tanto para la salud humana como en relación a los impactos ambientales.
- **Impactos en la salud.** Además del daño físico inmediato por condiciones de trabajo peligrosas y el riesgo de incendios, los trabajadores del sector informal están expuestos a vectores de enfermedades (p. ej., roedores, insectos), gérmenes y contaminantes. La contaminación del aire, como por ejemplo las emisiones de particulados como consecuencia de la quema de residuos al aire libre y los incendios en los vertederos, afecta la salud de los trabajadores y los residentes de zonas aledañas.
- **Explotación.** Los trabajadores del sector informal carecen de la protección que las normas y regulaciones le otorgan a los trabajadores del sector formal, y a menudo son explotados por intermediarios que les compran productos reciclables.
- **Variación de precios.** El mercado de los productos reciclables es volátil. Las fluctuaciones de precios contribuyen a la vulnerabilidad de los trabajadores, muchos de los cuales ya enfrentan una pobreza extrema.

### ¿Cuáles son las ventajas de incorporar al sector informal del reciclaje?

Además de reducir los riesgos a los que están expuestos los trabajadores del sector informal (consulte la sección anterior), las ciudades pueden sacar provecho de la incorporación de estos trabajadores. Los trabajadores del sector informal tienen el potencial de desempeñar un papel valioso en las actividades formales de la gestión de residuos. La incorporación de trabajadores del sector informal al empleo formal saca provecho de su experiencia, mejora sus condiciones de trabajo, y mejora las estadísticas de empleo de las ciudades. Las ventajas principales incluyen:

- **Ventajas tecnológicas.** Los trabajadores del sector informal a menudo introducen tecnologías nuevas e innovadoras, como el desarrollo de aplicaciones telefónicas para la recolección de materiales reciclables a demanda.
- **Ventajas ambientales.** Los trabajadores del sector informal logran altas tasas de recuperación porque la recolección es vital para su subsistencia. Este aumento en las tasas de recuperación mantiene los residuos fuera de los cuerpos de agua y de otros hábitats críticos.
- **Ventajas económicas.** El sector informal del reciclaje convierte los residuos en materia prima comercializable, forma nuevas redes y negocios de intercambio y genera empleos.
- **Ventajas sociales.** La exposición de los recolectores informales de residuos a los peligros se reduce cuando estos se integran al sistema formal. Las cifras de empleo local también mejoran al incorporarlos al sector formal. En algunos lugares, los trabajadores del sector informal reciben beneficios de educación y capacitación como parte de su integración al sistema formal del reciclaje.

### Mejores prácticas

Las mejores prácticas para la integración del sector informal de reciclaje y de organizaciones afiliadas al sistema formal de gestión de residuos incluyen:

- **Recolectar información.** Las ciudades pueden recopilar información sobre las características demográficas, los recursos, la organización y las prácticas de los trabajadores del sector informal para ayudar a tomar decisiones informadas acerca de las mejores maneras de incorporarlos.
- **Realizar un acercamiento inclusivo.** Es una buena práctica incluir y comprometer a los trabajadores informales del reciclaje en la planificación y las actividades de gestión de los residuos sólidos. Este compromiso puede ayudar a identificar soluciones, generar aceptación e, idealmente, incorporar a los trabajadores del sector informal a la fuerza de trabajo formal para preservar y mejorar su medio de subsistencia. Además, en muchas ciudades, el sector informal atrae elaboradas redes de recolectores, clasificadores, transportistas, corredores, procesadores y mercados finales para los materiales reciclables. Las ciudades que adoptan una relación





## Incorporación del sector informal en las actividades de gestión de los residuos sólidos en Dakar, Senegal

Para obtener más información, consulte *Mujeres en el Empleo Informal: Globalización y organización* (WIEGO 2020)

El vertedero de Mbeubeuss en Dakar es el vertedero de residuos al aire libre más grande del oeste de África, con miles de recolectores informales de residuos (ILO 2019). Bokk Diom, la asociación de trabajadores del sector informal de Mbeubeuss, ha trabajado para aumentar su membresía desde 2018. Además, la organización estableció una Oficina de Mujeres de Bokk Diom que ha aumentado la participación de las mujeres al 65,6 por ciento de la totalidad de los miembros (WIEGO 2019). Además, el grupo ha enfocado sus sesiones de capacitación en los impactos en la seguridad y el medio ambiente.

Un factor clave en el éxito de Bokk Diom son sus relaciones con funcionarios públicos estatales, nacionales y municipales, lo que conduce a interacciones regulares entre los trabajadores del sector informal y los responsables de la toma de decisiones. El grupo también ha formado asociaciones con organizaciones nacionales como Zero Waste Senegal.

proactiva con el sector informal pueden desarrollar estructuras de manera colaborativa para trabajar en conjunto para formalizar las actividades de reciclaje, mientras se minimizan las interrupciones a estas redes preexistentes. Los principios de compromiso de las partes interesadas se describen en la sección [Compromiso de las partes interesadas](#).

- **Crear políticas.** Las políticas pueden desarrollarse e implementarse a nivel local y nacional para integrar el sector informal. Brasil e India han implementado políticas nacionales para exigir a las agencias gubernamentales locales que incorporen el sector informal en sus actividades de recolección y reciclaje de residuos.
- **Ofrecer capacitación.** Los miembros del sector informal del reciclaje pueden requerir capacitación para poder integrarse con éxito al sector formal de la gestión de residuos. Por ejemplo, pueden beneficiarse de una capacitación en salud y seguridad para mejorar sus comportamientos en el lugar de trabajo, así como saber qué hacer si entran en contacto con residuos médicos. Dado que viven en los márgenes de la sociedad, es posible que algunos miembros del sector informal no se sientan facultados para negociar

con los generadores de residuos, las agencias gubernamentales o los intermediarios que compran sus materiales reciclables. Por lo tanto, la capacitación es fundamental para aumentar su poder de negociación.

- **Incluir a las cooperativas.** En algunas ciudades, los trabajadores del sector informal han formado cooperativas y celebrado acuerdos con el gobierno local para llevar a cabo la recolección de residuos. En la India, SWaCH, una cooperativa de trabajadores de entera propiedad, lleva a cabo la recolección puerta a puerta en virtud de un contrato con la corporación municipal de Pune (Pune Municipal Corporation).
- **Incluir a organizaciones no gubernamentales (ONG).** Dado que el sector informal del reciclaje a menudo no está preparado para sindicarse en pos de lograr mejores condiciones de trabajo, a menudo las ONG desempeñan un papel clave en ofrecer asistencia. Las ONG ayudan al sector del trabajo informal en el desarrollo de microempresas y en negociar empleos y contratos con los gobiernos locales. Mujeres en el Empleo Informal: globalización y organización (Women in Informal Employment: Globalizing and Organizing) y la Alianza global de Recolectores de Residuos son dos de estas organizaciones.







Figura 11.5. ESTUDIO DE CASO



## Incorporación de trabajadores del sector informal en las actividades de gestión de los residuos sólidos en Bangalore, India

En los últimos años, la ciudad de Bangalore se ha centrado en la planificación a nivel micro para la recolección y el tratamiento de residuos, a fin de reducir sus costos y mejorar la eficiencia. Incorporar trabajadores del sector informal al sistema de gestión de los residuos sólidos ha sido un componente clave de este esfuerzo. Más de 15 000 trabajadores del sector informal manejan los residuos en la ciudad en la actualidad. Estos trabajadores proporcionan mano de obra calificada que reduce significativamente los costos de gestión de los residuos sólidos de la ciudad.

Desde 2016, la ciudad ha formalizado su relación con el sector informal. La ciudad proporciona a los trabajadores del sector informal tarjetas de identificación, ofrece cursos de certificación y ha formado memorandos de entendimiento con grupos de trabajadores del sector informal. Un beneficio adicional de trabajar con el sector informal es que la ciudad ha reducido su dependencia de los contratistas tradicionales, quienes a veces cobran más por los servicios y pueden ser difíciles de manejar.

Los grupos de trabajadores del sector informal generalmente se localizan en las estaciones de transferencia. Los trabajadores de algunos de estos centros ofrecen recolección puerta a puerta y luego reciben apoyo financiero de la ciudad.

Los trabajadores del sector informal de Bangalore han encontrado formas innovadoras de integrar soluciones tecnológicas a su trabajo. Algunos han desarrollado aplicaciones telefónicas para monitorear cuándo los contenedores de residuos de sus clientes se vacían, cuántos residuos se han recolectado y qué tan bien se han segregado (un requisito en India). Esta revisión permite que los trabajadores del sector informal califiquen el desempeño de sus clientes; las calificaciones más altas pueden llevar a cargos más bajos por los servicios de recolección.

Para obtener más información sobre estas actividades, consulte [el estudio de caso de Chengappa \(2013\) sobre la organización del sector informal en Bangalore](#) y el [sitio web de Hasiru Dala](#) (Hasiru Dala 2015).

- Identificar a los emprendedores.** En algunas regiones, el sector informal del reciclaje se incorpora al sector formal de la gestión de residuos a través de medios innovadores y de carácter emprendedor, gracias a la revolución digital y el uso generalizado de teléfonos inteligentes. Los emprendedores están iniciando negocios de reciclaje mediante el desarrollo de portales en línea y aplicaciones telefónicas fáciles de usar para la recolección a demanda de materiales reciclables por parte de los trabajadores del sector informal. Un ejemplo de esto es Kabadiwala, un servicio de recolección en línea, que actualmente se encuentra en cinco áreas de la India.
- Considerar el empleo gubernamental.** Muchas ciudades de países en vías de desarrollo se esfuerzan por obtener una cobertura integral de recolección de residuos. Algunas ciudades buscan lograr una mayor cobertura de recolección de los residuos mediante el aumento de su fuerza laboral, incluida la integración de los miembros del sector informal del reciclaje.



# 12 ADMINISTRACIÓN DE BASURALES







## Recursos clave

-  [Base de conocimiento del cierre de los basurales \[Closing Dumpsites Knowledge Base\]](#) (ISWA 2017a)
-  [Atlas de residuos \(base de datos de sitios de gestión de residuos globales\) \[Waste Atlas \(Database of Global Waste Management Sites\)\]](#) (D-WASTE 2020)
-  [Mejora de la eliminación de los residuos sólidos en el municipio de San Cristóbal, República Dominicana \[Improving Solid Waste Disposal in San Cristobal Municipality, Dominican Republic\]](#) (U.S. EPA 2018c)
-  [Una plataforma municipal de conocimiento sobre residuos sólidos: Herramientas \[Municipal Solid Waste Knowledge Platform\]](#) [CCAC Undated(a)]
-  [Una hoja de ruta para cerrar los basurales: Los lugares más contaminados del mundo \[A Roadmap for Closing Waste Dumpsites: The World's Most Polluted Places\]](#) (ISWA 2016)
-  [Módulo de capacitación: Cierre de un basural abierto y cambio de vertido abierto a vertido controlado y relleno sanitario \[Training Module: Closing an Open Dumpsite and Shifting from Open Dumping to Controlled Dumping and to Sanitary Land Filling\]](#) (UNEP 2005b)
-  [Gestión municipal de los residuos sólidos en países en desarrollo \[Municipal Solid Waste Management in Developing Countries\]](#) (Coursera 2019)
-  [Cierre y rehabilitación de vertederos abiertos \[Closure and Rehabilitation of Open Dumps\]](#) (CCAC 2014)
-  [Recolección de residuos: un informe \[Waste Collection: A Report\]](#) (Kogler 2007)



## Sección 12

# Administración de basurales

Los basurales abiertos representan un riesgo significativo para la salud pública y el medio ambiente. Hacer una transición desde los basurales abiertos a los rellenos sanitarios (según se describen en la sección [Rellenos sanitarios](#)) debe ser el objetivo final para la mayoría de las ciudades y centros urbanos. Sin embargo, esa transición suele ser compleja y costosa, y requiere de una extensa planificación a largo plazo. Una transición por etapas, centrada en mejorar las operaciones en los basurales existentes utilizando técnicas de bajo costo a medida que se desarrollan los rellenos sanitarios, y luego, finalmente, su cierre y el paso a rellenos sanitarios, es una mejor práctica en la mayoría de las situaciones.

Esta sección describe varios beneficios clave de la gestión de los basurales abiertos y proporciona una descripción general de las mejores prácticas para comenzar la transición a los rellenos sanitarios.

## ¿Por qué enfocarse en los vertederos abiertos?

Sin las medidas de gestión adecuadas, vertederos abiertos pueden causar una variedad de impactos ambientales y para la salud.

- **Contaminación del aire.** Los vertederos abiertos emiten metano, un precursor del ozono a nivel del suelo. Los incendios en los vertederos abiertos liberan partículas y dioxinas al aire. Además de los impactos para la salud humana, estas emisiones también contribuyen al cambio climático global y regional [para obtener más información, consulte [el sitio web de la Iniciativa Municipal de los residuos sólidos de la Coalición de Clima y Aire Limpio](#) (CCAC sin fecha[e])].



PUNTO CLAVE 

## Vertederos abiertos, controlados y sanitarios

Un **vertedero abierto** es un sistema no controlado que no se estableció con un diseño de ingeniería.

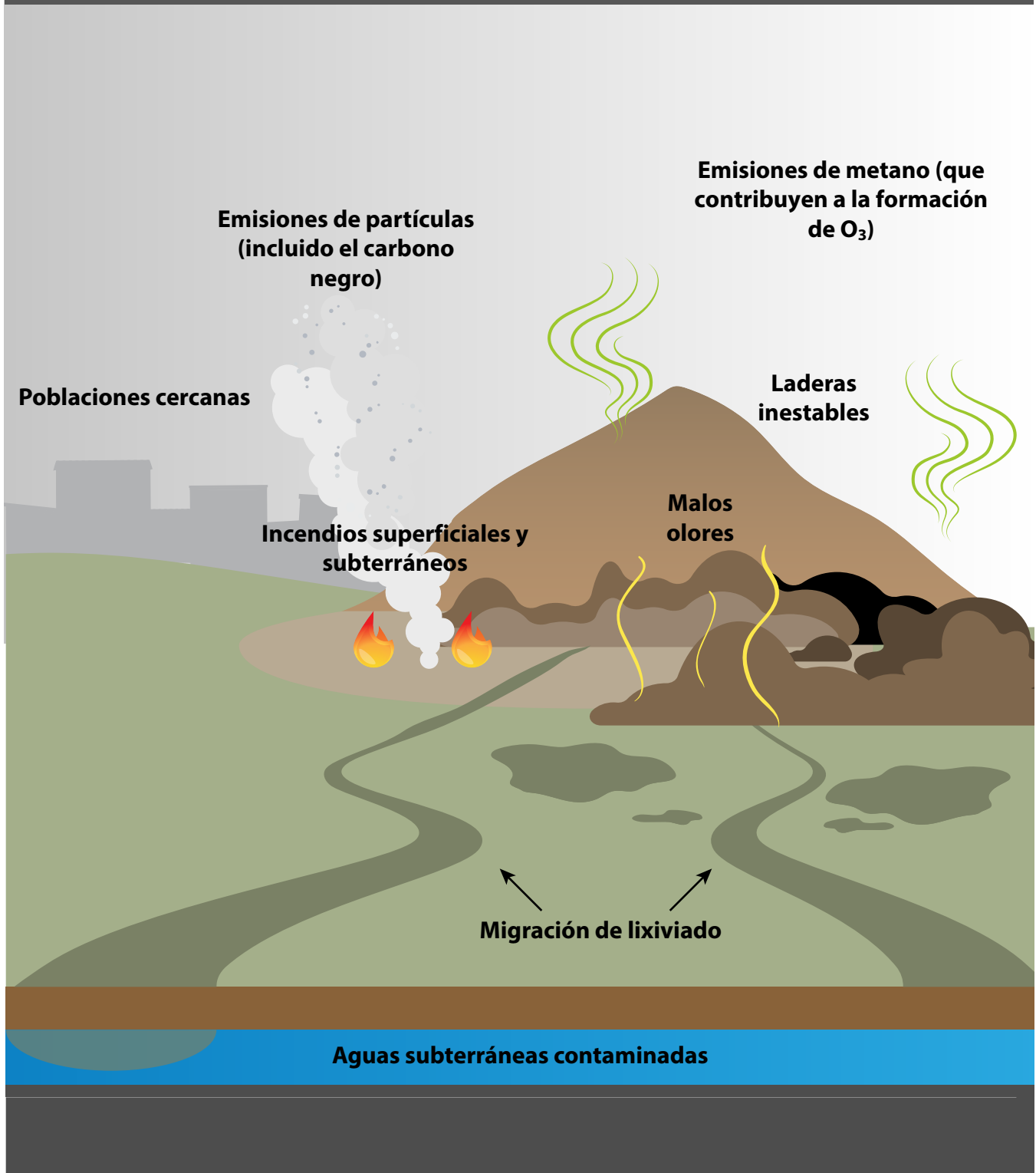
Un **vertedero controlado** es un sitio de eliminación que no se estableció con un diseño de ingeniería, pero donde existen algunas prácticas de gestión e infraestructura (p. ej., recolección de lixiviados y aplicación de cubiertas de suelo).

Un **vertedero sanitario** se diferencia de un basural o vertedero en que este último es un diseño de ingeniería que consta de una variedad de sistemas para controlar los impactos del vertido en la salud humana, la seguridad y el medio ambiente.

Para obtener más información sobre la distinción entre los basurales abiertos y los vertederos, consulte la Tabla 2-1 de la [Guía internacional de mejores prácticas para proyectos de energía de gas de vertedero](#) de la Iniciativa Global de Metano (IGM 2012).



Figura 12.1. Impactos de los vertederos abiertos en la salud y el medio ambiente



- **Riesgo de incendios.** Los vertederos abiertos tienen mayores riesgos de sufrir incendios espontáneos (tanto superficiales como de subsuperficie) porque una mayor parte de los residuos están expuestos al oxígeno. En algunos lugares, los recicladores informales queman los residuos para recuperar metales, lo que aumenta la probabilidad de incendios de superficie.
- **Realizar un monitoreo regular.** Analizar regularmente el agua subterránea para detectar contaminantes, incluidas bacterias, metales pesados y químicos orgánicos tóxicos (USAID 2018).
- **Cesar el vertido en lugares inestables.** Continuar vertiendo los residuos en lugares que son físicamente inestables puede aumentar el riesgo de fallas en la pendiente. Las ciudades pueden utilizar excavadoras y otros equipos para moldear la cara de trabajo del sitio para hacer que las pendientes sean más graduales, y por ende, más estables (EPA de EE. UU. 2017a).
- **Instalar cercas.** Las cercas pueden ayudar a evitar que los residuos migren fuera del sitio en condiciones de viento. Las cercas también pueden ayudar a regular el acceso al sitio, lo que puede reducir el riesgo de incendios accidentales y exposición a sustancias peligrosas.

## Mejores prácticas

Esta sección describe las mejores prácticas para comenzar la transición a los rellenos sanitarios, incluyendo mejoras en las operaciones de los vertederos abiertos, la conversión de los vertederos abiertos a vertederos controlados y el cierre de los vertederos.

### Mejora de las operaciones en los vertederos abiertos ✓

Se pueden realizar actualizaciones simples con poca inversión de capital y mínimos costos fijos para reducir los impactos ambientales y de salud de los vertederos abiertos. Algunos ejemplos incluyen:

- **Aplicar una cubierta diaria.** La aplicación diaria de material de recubrimiento (p. ej., tierra o compost) puede reducir las amenazas directas a la salud y las enfermedades que conllevan los residuos expuestos (IGM 2012).
- **Construir drenajes.** Construir drenajes alrededor del perímetro del vertedero para atrapar escorrentías y lixiviados (USAID 2018).
- **Minimizar la lixiviación.** Compactar y nivelar el suelo periódicamente (cada dos meses a menudo es suficiente) ayuda a minimizar la lixiviación a través del suelo. Esta práctica hace que el agua de lluvia corra hacia los drenajes perimetrales en lugar de drenar al suelo. Se puede utilizar mano de obra manual o equipos pesados (alquilar equipos pesados suele ser la opción menos costosa) (USAID 2018).
- **Implementar prácticas para proteger la salud humana.** Proteger la salud del sector informal y de otros trabajadores capacitando acerca de higiene y facilitando agua y jabón. Para minimizar el riesgo de lesiones físicas causadas por objetos filosos que puedan estar presentes en los vertederos, los trabajadores deben recibir ropa, calzado y equipo de protección (USAID 2018).

### Conversión de vertederos abiertos a vertederos controlados ✓

Además de implementar mejoras de bajo costo inicial en los vertederos abiertos, muchas ciudades los han mejorado mediante su reconversión a vertederos controlados. Esta alteración generalmente implica los siguientes pasos:

- **Realizar una evaluación del sitio.** Una evaluación del sitio ayudará a determinar si la ubicación del vertedero abierto existente es adecuada para la conversión a un vertedero controlado o para el cierre final. Se necesita un sitio de eliminación alternativo si la conversión no es práctica (Coursera 2019).
- **Preparar el sitio existente.** Transformar un vertedero abierto en un vertedero controlado implica varios pasos, que incluyen nivelar y compactar los residuos existentes y construir canales de drenaje/zanjas, entre otras actividades de preparación (Coursera 2019). Los procedimientos operativos incluyen limitar el área de la cara de trabajo, cubrir los residuos expuestos con tierra, arena o arcilla, e instalar una barrera de basura (EPA de EE. UU. 2002a). En casos poco frecuentes en los que hay una cantidad mínima de residuos en el vertedero, los residuos se pueden eliminar temporalmente mientras se instala un nuevo revestimiento y un sistema de recolección de lixiviados [PNUMA 2005(b)]. También es una mejor práctica que las actividades de preparación tengan en cuenta las







CASO CONCRETO



## Cierre de vertederos abiertos en Omán

Para obtener más información, consulte **la página web de la be'ah en Omán** (be'ah 2017a).

En Omán, hasta hace poco, los residuos se depositaban en un entramado difuso de 317 vertederos abiertos y no controlados, representando peligros para el medio ambiente y la salud pública para las personas que vivían en las proximidades de los vertederos.

En 2009, el gobierno emitió un decreto real apoyando la revitalización de la infraestructura de gestión de los residuos sólidos en Omán. En menos de cinco años, la autoridad de gestión de residuos del país cerró con éxito aproximadamente el 90 por ciento de los vertederos en Omán, siguiendo un proceso sistemático.

Se priorizaron los cierres de los vertederos utilizando criterios de análisis de riesgos ambientales y de salud pública. Los vertederos con el mayor potencial de contaminación continua, quemadas abiertas o temas de seguridad encabezaron la lista de cierre con el fin de minimizar sus impactos adversos. La priorización también consideró el cronograma de cierre y los costos asociados.

actividades futuras de reciclaje en el sitio por parte de los trabajadores del sector informal. Muchas ciudades han interrumpido las actividades de reciclaje en sus vertederos y, en su lugar, hacen que los trabajadores del sector informal realicen actividades de reciclaje más formales fuera del sitio.

- **Supervisar las instalaciones de manera regular** para determinar el volumen y la composición de los residuos, la producción de gas metano, las condiciones de las aguas superficiales y subterráneas, y el estado de los sistemas de drenaje, está entre las mejores prácticas (USAID 2018). Si no son cuidadosamente monitoreados, los vertederos controlados pueden presentar problemas que deberán abordarse, como fallas en las pendientes a medida que los residuos se van asentando. La Figura 12.2 presenta el estudio de caso de un proyecto de rehabilitación de un vertedero controlado ubicado en Delhi Oriental, India.
- **Sellar y cubrir el vertedero por etapas** a medida que se agota su capacidad para alojar residuos (USAID 2018).
- **Mantener un monitoreo programado** hasta que el muestreo indique que éste ya no es necesario; durante al menos 10 años, pero posiblemente por 30 años o más (USAID 2018).

### Cierre de los vertederos ✓

Cerrar un vertedero abierto no significa simplemente abandonarlo. Los subproductos de la descomposición se siguen produciendo mucho después del cierre; por lo tanto, la planificación y el mantenimiento a largo plazo son necesarios para minimizar los riesgos para las ciudades luego del cierre (Coursera 2019). Las mejores prácticas para cerrar los vertederos abiertos y controlados incluyen:

- **Llevar a cabo actividades de extensión.** Las ciudades han encontrado útil identificar las funciones y las responsabilidades de las personas afectadas por el cierre, tales como el operador, los residentes y otras partes interesadas. Participar en debates con estos grupos puede ayudar a las autoridades locales y a los responsables de la toma de decisiones a recopilar información sobre los posibles obstáculos y a lograr aceptación. Por ejemplo, puede ser aconsejable entrar en contacto con los trabajadores del sector informal que dependen del acceso a los materiales de los vertederos abiertos para sustentarse; se les puede incluir formalmente en los planes para cerrar el vertedero y emplearlos como trabajadores en las nuevas instalaciones previstas. Para obtener más información sobre las estrategias de participación de las partes interesadas, consulte la sección [Inclusión de las partes interesadas](#).





PUNTO CLAVE 

## Campaña de cierre de vertederos

La Asociación Internacional de los residuos sólidos ha establecido una campaña para cerrar los 50 vertederos más grandes del mundo. El [sitio web de la campaña](#) (ISWA 2017b) incluye una variedad de recursos para ayudar a las ciudades en la planificación de sus proyectos para cierre de los vertederos.

- **Desarrollar un plan de cierre.** Un plan de cierre detalla las actividades que se deben realizar durante el cierre del sitio. Los elementos del plan pueden incluir la estabilización de pendientes empinadas para evitar peligros relacionados con la erosión, la implementación de sistemas de gestión de gas y lixiviados, y el diseño de la cubierta final. El plan también debe considerar medidas para prevenir el vertido ilegal en el futuro, el acceso no autorizado al sitio una vez cerrado, la reubicación de los habitantes informales (si los hubiera) y la instalación de pozos de monitoreo (Coursera 2019).
- Los gastos de capital para el cierre incluyen el costo de los materiales de cobertura finales, los sistemas de drenaje, lixiviación y gestión del gas, y la reubicación de los habitantes informales, entre otros. Los gastos operativos generalmente incluyen los requisitos de los equipos y la mano de obra (Coursera 2019).
- **Desarrollar un plan de gestión posterior al cierre.** Un vertedero continuará produciendo lixiviados y gas mucho después de que el sitio deje de recibir residuos. Además, la cubierta final del sitio se puede erosionar con el tiempo debido a la precipitación y la exposición a los elementos. Un plan bien diseñado para la etapa posterior al cierre permite un mantenimiento y monitoreo continuos del sitio durante al menos 10 años (Coursera 2019).
- **Considerar posibles usos para el vertedero cerrado.** Una vez que ha sido correctamente cerrado, un vertedero puede usarse más adelante con otros fines, como área recreativa o espacio verde público, o para fines de construcción. Es importante asegurarse de que se hayan eliminado los riesgos de las emisiones de metano y la contaminación por lixiviados antes de dar al espacio un uso público.
- **Contar con preparación para las actividades de remediación y limpieza, según sea necesario.** Problemas tales como fugas de lixiviados y exposición, deslizamientos de residuos, incendios y explosiones son a menudo el resultado de procedimientos inadecuados o inapropiados de cierre y post cierre. Las soluciones pueden incluir la excavación de suelo o tecnologías de limpieza más agresivas (Coursera 2019).

### Preguntas para los responsables de la toma de decisiones

- ¿Qué medidas inmediatas de bajo costo puede tomar la ciudad para reducir el impacto de los vertederos abiertos sobre el medio ambiente y la salud?
- ¿Se debe cerrar o convertir el vertedero? Si se cierra, ¿se debe remediar el sitio?
- Si se debe remediar un vertedero, ¿qué pautas debe seguir la ciudad para minimizar los impactos sobre el medio ambiente y la salud pública?
- ¿Qué estándares se pueden alcanzar en el vertedero?
- ¿Debería la ciudad ofrecer una instalación de transferencia de residuos de forma permanente o temporal en un sitio cerrado?



Figura 12.2. ESTUDIO DE CASO



## Rehabilitación de vertederos en Delhi Oriental, India

El vertedero de Ghazipur en Delhi Oriental abrió en 1984. A partir de principios de la década del 2000, el sitio comenzó a alcanzar su capacidad máxima de diseño. Sin embargo, debido a la falta de un sitio de eliminación que lo reemplazara, los residuos continuaron siendo vertidos en el sitio.

El 1 de septiembre de 2017, una parte de la pendiente del vertedero falló. Los residuos del vertedero se deslizaron 110 metros a través de un área adyacente al vertedero, matando a dos personas y lesionando a cinco más. Este incidente volvió a generar una urgencia por mejorar las operaciones y la gestión del vertedero.

En respuesta, la Corporación Municipal Delhi Oriental trabajó con la Iniciativa Municipal de los residuos sólidos de la Coalición de Aire Limpio y Clima y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos para llevar a cabo una evaluación detallada de la estructura del vertedero y las prácticas operativas que contribuyeron a la falla de la pendiente. La evaluación proporciona recomendaciones para (1) reducir el riesgo de futuras fallas en la pendiente, (2) mitigar el riesgo de incendio en los vertederos y (3) estimar la capacidad adicional del vertedero hasta que una alternativa esté lista.

Para obtener más información sobre estas actividades, consulte el [\*informe sobre el programa de rehabilitación de vertederos de Ghazipur de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos\*](#) (EPA de EE. UU. 2017a).





# 13 RELLENOS SANITARIOS







## Recursos clave

-  [Iniciativa Global de Metano Herramientas y recursos sobre el biogás \[Global Methane Initiative: Biogas Tools and Resources\]](#) (IGM sin fecha(a))
-  [Una plataforma municipal de conocimiento sobre residuos sólidos: Herramientas \[Municipal Solid Waste Knowledge Platform\]](#) [CCAC sin fecha(b)]
-  [Pautas ambientales del sector: Residuos sólidos \[Sector Environmental Guideline Solid Waste\]](#) (USAID 2018)
-  [Pautas internacionales para la evaluación de vertederos \[International Guidelines for Landfill Evaluation\]](#) (ISWA 2011)
-  [Pautas operativas para vertederos \[Landfill Operational Guidelines\]](#) (ISWA 2010)
-  [Mejora de la eliminación de los residuos sólidos en el municipio de San Cristóbal, República Dominicana \[Improving Solid Waste Disposal in San Cristobal Municipality, Dominican Republic\]](#) (EPA de los EE. UU. 2017b)
-  [Diseño de rellenos sanitarios y criterios de ubicación \[Sanitary Landfill Design and Siting Criteria\]](#)(Cointreau 2004)
-  [Guía internacional de mejores prácticas para proyectos de energía de gas de vertederos \[International Best Practices Guide for Landfill Gas Energy Projects\]](#) (IGM 2012)
-  [Atlas de residuos \(base de datos de sitios de gestión de residuos globales\) \[Waste Atlas \(Database of Global Waste Management Sites\)\]](#) (D-WASTE 2020)
-  [Manual de manejo de los residuos sólidos municipales del gobierno de la India - Capítulo 4.5: Rellenos sanitarios municipales \[Government of India Municipal Solid Waste Management Manual - Chapter 4.5: Municipal Sanitary Landfills\]](#) (CPHEEO 2016)

## Sección 13

# Rellenos sanitarios

Los rellenos sanitarios están diseñados para controlar y mitigar la posible contaminación de aguas superficiales y subterráneas, reducir las amenazas a los funcionarios del saneamiento, mitigar las emisiones de contaminantes del aire y permitir la recolección de gas de vertederos (LFG) como una fuente potencial de energía.

Esta sección proporciona información básica sobre las características clave de los rellenos sanitarios y las mejores prácticas para su planificación, ubicación, diseño y operación.

## ¿Qué son los rellenos sanitarios?

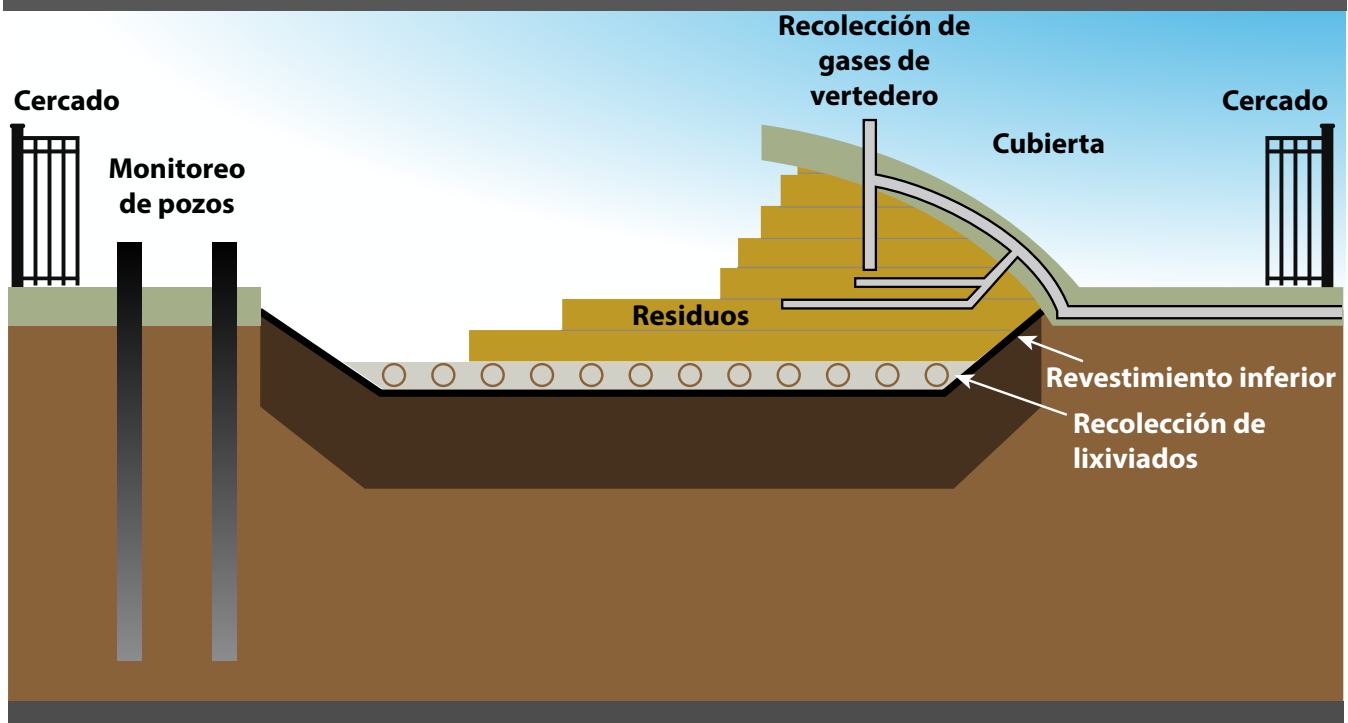
Un vertedero sanitario moderno es un sitio de eliminación donde sistemáticamente se implementa la totalidad de las siguientes prácticas (Figura 13.1):

- Uso de revestimientos y sistemas de lixiviación y recolección de gas para controlar o prevenir impactos ambientales adversos y su posterior impacto en la salud y la seguridad pública.

- Eliminación de residuos sobre una cara operativa específica y claramente definida.
- Compactación de los residuos para conservar los recursos terrestres.
- Aplicación diaria de material de recubrimiento para controlar el riesgo de peligros a partir de los residuos que están expuestos.
- Diseño y operación del vertedero para controlar y minimizar el asentamiento humano al interior y en las proximidades del vertedero.
- Monitoreo de aguas subterráneas para detectar posibles fugas en los revestimientos.

Un enfoque bien establecido a largo plazo implica la implementación sistemática de todas estas prácticas. Sin embargo, para algunos países en desarrollo, implementar la totalidad de estas prácticas puede representar un desafío tecnológico y económico. Por lo tanto, el objetivo a corto plazo es implementar la mayor cantidad, bajo las circunstancias existentes y en la medida de lo posible. El objetivo más importante es la prevención de impactos

Figura 13.1. Sección transversal de un vertedero sanitario típico, correctamente diseñado, construido y mantenido







## PUNTO CLAVE

### Manejo de residuos especiales

Algunos materiales de baja densidad (p. ej., película de plástico y espuma) requieren capacidad para su manipulación y procesamiento en el vertedero, con el fin de lograr una compactación adecuada y minimizar la basura. Los residuos peligrosos pueden requerir un manejo especial según a su toxicidad, corrosividad u otras propiedades peligrosas (Savage et al. 1998). Para obtener más información sobre la manipulación de residuos especiales, consulte la sección [Caracterización de los residuos](#).

negativos para la salud pública y el medio ambiente (Savage et al. 1998).

### Mejores prácticas

Esta sección destaca las mejores prácticas para todos los aspectos del proceso de generación de un vertedero sanitario, incluida la forma de considerar la composición de los residuos, los costos de vertido, la ubicación, el diseño, la operación y la gestión del sitio, el cierre y el período posterior al cierre.

#### Composición de los residuos

La composición (tipo y cantidad) de los residuos sólidos enterrados en el vertedero es determinante para los tipos, las cantidades y las características de los subproductos emitidos al aire y al suelo. Estas emisiones se liberan como consecuencia de los procesos que ocurren dentro del vertedero. Un enfoque bien establecido es diseñar los rellenos sanitarios para manejar la cantidad y los tipos de residuos que se pretende desechar en el sitio (Savage et al. 1998).

Las ciudades han encontrado importante considerar las siguientes variables relacionadas con los residuos al planificar los rellenos sanitarios:

- Si una ciudad tiene **datos de calidad** sobre la cantidad y composición de los residuos que se eliminarán en el vertedero, que es diferente de la composición general de los residuos generados por la población a la que presta servicios la ciudad. Durante el proceso de planificación, la ciudad determina la tasa del flujo de los residuos sólidos en el sitio de eliminación, e identifica y evalúa todos los

factores que influyen en el flujo con el tiempo (tasas actuales y futuras), ya que el vertedero funcionará durante varios años. La sección [Caracterización de residuos](#) analiza en mayor detalle las mejores prácticas para la caracterización del flujo de residuos.

- Los programas actuales y potenciales de **desvío de residuos actuales** y futuros (p. ej., para residuos orgánicos o reciclables), y sus impactos en las cantidades y tipos de residuos desechados en el sitio.
- Si hay probabilidad de que el flujo de residuos incluya residuos peligrosos o residuos que representen **riesgos específicos** al momento de ser desechados, que deban ser tratados por separado (p. ej., residuos médicos). Estos residuos deben considerarse “inaceptables” en un vertedero sanitario.

#### Costos de los vertederos

Es importante comprender desde el inicio los costos de diseño, construcción, operación y monitoreo de un vertedero sanitario durante su vida operativa, etapa de cierre y etapa posterior al cierre. Sin una comprensión clara de estos costos y de cómo se afrontarán, las ciudades corren el riesgo de tener que cancelar el proyecto del vertedero antes de que se complete (p. ej., debido a una financiación insuficiente) o de cerrar el vertedero después de que haya sido construido (p. ej., si las operaciones demuestran ser demasiado costosas). Las ciudades también necesitan reservar fondos suficientes para cubrir los costos de mantenimiento y monitoreo de un vertedero después de que haya sido cerrado; el mantenimiento inadecuado posterior al cierre puede hacer que el sitio no logre contener los residuos y los subproductos asociados.



## PUNTO CLAVE

### Factores a considerar al determinar los costos de los vertederos

- Características y cantidades de los residuos
- Robustez del terreno y facilidad de acceso al sitio
- Densidad de residuos en el lugar y proporción de material de cubierta en relación a los residuos sólidos
- Construcción de vertederos en fases
- Disponibilidad de suelo adecuado para usar como cubierta y materiales de revestimiento
- Requisitos regulatorios
- Comprar y preparar el sitio, lo que podría incluir la reubicación de personas y empresas
- Requisitos de la infraestructura de recolección y utilización de LFG
- Requisitos del tratamiento de lixiviados
- Mantenimiento y monitoreo posterior al cierre

#### Desafíos en la estimación de los costos de los vertederos

La escasez de datos confiables acerca de los costos de los vertederos es un gran desafío en muchas ciudades. Por lo tanto, realizar un esfuerzo organizado de recopilación de datos es un importante primer paso hacia una estimación precisa de costos. En resumen, este proceso implica registrar todos los costos aplicables (p. ej., elementos de costo como la preparación del sitio), estimar la magnitud del costo para cada elemento y calcular el costo total a escala. La Sección 18.8 de la [Guía para residuos de vertederos en países en vías de desarrollo](#) (Savage et al. 1998) incluye hojas de trabajo sobre la estimación de los costos anuales. Aunque los modelos utilizan datos históricos de los Estados Unidos que aporta la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, el método de estimación de costos es útil para la planificación general.

Un método para estimar los costos de los vertederos es examinar las operaciones pasadas y actuales de los vertederos en otra jurisdicción cerca del área de vertido propuesta, y obtener o estimar los costos. Es importante tener en cuenta tanto los costos de capital como los costos operativos.

#### Uso de programas de desvío

En algunos casos, sacar provecho de los programas de desvío de residuos puede ayudar a mitigar los costos de

construir y operar un vertedero. Por ejemplo, muchas ciudades han utilizado programas de desvío de residuos para reducir el volumen de residuos que debe eliminarse, lo que les permite construir un vertedero más pequeño a costos más bajos o construir un vertedero que dure más tiempo. En general, los costos más altos de los vertederos pueden hacer que los programas de desvío sean más rentables. Por ejemplo, los programas de reciclaje que, de otro modo, serían demasiado costosos de implementar, podrían volverse más económicos si los costos de los vertederos son altos. Para obtener más información sobre la gestión de residuos antes de que lleguen al vertedero, consulte las secciones [Gestión de residuos orgánicos](#) y [Reciclaje](#).

#### Opciones para la recuperación de costos

Las ciudades pueden recuperar el costo de operar un vertedero al cobrar “cuotas de descarga”. Las cuotas de descarga generalmente se cobran según el peso o volumen de los residuos y el tipo de residuo. Puede encontrar más información sobre estimaciones de costos y opciones de recuperación en la sección [Consideraciones económicas](#).

Las ciudades también pueden utilizar proyectos de recuperación y utilización de LFG para compensar el costo de las operaciones de los vertederos. En estos proyectos, se recolecta LFG y se utiliza para generar



### Figura 13.2. Características geológicas ideales para la instalación de un vertedero.

**Estabilidad geológica.** Se evitan las áreas propensas a peligros geológicos, tales como zonas sísmicas activas, zonas de falla, inundaciones y avalanchas.

**Capa impermeable en la base del vertedero.** La permeabilidad describe la velocidad a la que el agua pasa a través del suelo u otro sustrato (por ejemplo, ubicar el vertedero en un área con suelos de arcilla, a través de la cual el agua no puede fluir, proporcionará la protección ideal).

**Distancia de los cuerpos de agua superficiales.** Ubicar un vertedero lejos de los cuerpos de agua superficiales (p. ej., a más de 1 000 metros) minimiza la posibilidad de inundaciones en el vertedero y la contaminación de los cuerpos de agua.

**Baja conductividad hidráulica** en el primer acuífero ubicado debajo del vertedero para minimizar la posibilidad de que los contaminantes se trasladen a un acuífero diferente.

**El acuífero más cercano** debajo de la base del vertedero es profundo y no se usa para beber.

**La capa no saturada debajo de la base del vertedero** contiene aire y agua entre el suelo y las rocas (por ejemplo, más de 30 metros).

electricidad para combustión directa (p. ej., en una caldera dentro o fuera del sitio) o para otros usos (p. ej., combustible para el transporte). Estos usos del LFG reducen la necesidad de que las ciudades compren otras fuentes de energía. Para obtener más información sobre las mejores prácticas para los proyectos de energía de LFG, consulte la [Guía internacional de mejores prácticas para proyectos de energía de gas de vertedero](#) de la Iniciativa Global de Metano (IGM 2012). La iniciativa también ha desarrollado varias [herramientas gratuitas basadas en Excel para modelar LFG](#) [IGM sin fecha (d)] en ciertos países en desarrollo.

#### Selección del sitio

Es importante considerar varios factores al seleccionar un sitio para un vertedero, incluidos los factores geológicos y no geológicos.

#### Elementos geológicos e hidrológicos

La información geológica e hidrológica se puede utilizar para seleccionar las áreas que sean más favorables para el desarrollo de los vertederos y para ayudar a diseñar el vertedero a fin de minimizar el potencial de contaminación ambiental. La Figura 13.2 presenta las características geológicas e hidrológicas ideales para la instalación de un vertedero.

#### Consideraciones no geológicas

- **Consideraciones demográficas y políticas.** Las ciudades deben considerar factores demográficos y políticos, tales como límites, posesión de la propiedad y derechos de uso, posibles reacciones de la población local y posibles impactos sobre las poblaciones marginadas.

- **Capacidad potencial del vertedero.** Los rellenos sanitarios están generalmente diseñados para satisfacer muchos años de eliminación de residuos. Las ciudades generalmente calculan el volumen (o capacidad) deseado del vertedero en función de la cantidad de residuos generados por persona por año, el tamaño de la población, el crecimiento económico y de la población previsto, los procesos alternativos de tratamiento de los residuos y la cantidad de años que el vertedero está destinado a estar en funcionamiento (EPA de los EE. UU. 2002a). Puede encontrar más información sobre cómo calcular los residuos futuros en la sección [Caracterización de residuos](#).
- **Distancias de transporte.** Cuanto más lejos esté un vertedero del punto donde se generan y recolectan los residuos, mayores serán los costos del transporte de los residuos. Si el vertedero está alejado del área

### Preguntas para los responsables de la toma de decisiones

- ¿A qué área geográfica debe servir el sitio y durante cuánto tiempo?
- ¿Qué criterios de selección de sitios se utilizarán?
- ¿Cuáles son las opiniones de los residentes y las organizaciones con interés en la ubicación del sitio?
- ¿Cómo se tendrán en cuenta estas opiniones en el proceso de toma de decisiones?







## Generación de electricidad a partir de gas de vertedero en San Pablo, Brasil

Para obtener más información sobre estas actividades, consulte el estudio de caso detallado en la *Guía internacional de mejores prácticas de IGM para proyectos de energía de gas de vertedero* (IGM 2012).

San Pablo, Brasil, genera aproximadamente 15 000 toneladas métricas de los residuos sólidos por día. Gran parte de estos residuos se desechó en el vertedero municipal de la ciudad de São João de 1992 a 2008. Al momento de su cierre, la instalación contenía aproximadamente 24 megagramos de residuos y una huella de 70 hectáreas.

En 2006, San Pablo inició planes para construir un proyecto de energía de LFG para capturar y usar las grandes cantidades de LFG generadas en el vertedero. El proyecto se completó en 2008. La planta quema LFG en 16 motores, cada uno con una capacidad de 1,54 megavatios, y tiene una capacidad de producción de electricidad total de 22,4 megavatios. Se utilizan tres bengalas para quemar el LFG que no se utiliza para generar electricidad.

de recolección, las ciudades han encontrado que las estaciones de transferencia son útiles para consolidar los residuos de los vehículos de recolección en un sistema de transporte a gran escala. Puede encontrar más información sobre las estaciones de transferencia y la planificación de una ruta en la sección [Separación, recolección y transporte](#).

### Diseño de los vertederos

Ante todo, diseñar los vertederos para proteger la salud humana y el medio ambiente es una de las mejores prácticas. Los criterios de diseño específicos dan cuenta de los requisitos nacionales o regionales, pero existen varias características de diseño generales:

- **Revestimiento inferior.** Los revestimientos se utilizan para evitar que el lixiviado ingrese al agua subterránea, manteniendo los fluidos dentro del área del vertedero. Los revestimientos están hechos de material relativamente impermeable, como tierra o arcilla compactada, materiales sintéticos o un compuesto de materiales de tierra y materiales sintéticos. El suelo de arcilla bien compactado se utiliza con mayor frecuencia debido a sus propiedades impermeables y disponibilidad general (Savage et al. 1998).
- **Recolección y tratamiento del lixiviado.** En un vertedero debidamente revestido, el lixiviado se acumula al interior del vertedero. Es importante mantener la cantidad de lixiviado al interior del vertedero al mínimo, dado que la presión del agua puede empujar el lixiviado a través de un revestimiento permeable o a través de imperfecciones en el revestimiento. Por lo tanto, los vertederos bien diseñados incluyen equipos para recolectar y desviar el lixiviado fuera del vertedero y tratarlo. Por ejemplo, se pueden instalar tuberías perforadas para recolectar el lixiviado y desviarlo para ser tratado. Las alternativas de tratamiento incluyen (1) descarga a un sistema de tratamiento de aguas residuales, (2) evaporación de lixiviado almacenado en un estanque de evaporación, (3) recirculación o reciclaje de lixiviado a través del entorno del vertedero (lo que puede aumentar las tasas de generación y recolección de LFG) y (4) tratamiento en el sitio (Savage et al. 1998, EPA de EE. UU. 2002a).
- **Cubierta.** Un vertedero sanitario típico tiene dos formas de cubierta: (1) una cubierta diaria colocada sobre los residuos en la cara de trabajo al cierre de las operaciones de cada día; y (2) una cubierta final, o tapa, que es el material colocado sobre el vertedero terminado. La cubierta típicamente





PUNTO CLAVE 

## Pasos clave para la recolección y el tratamiento de lixiviados

- Identificar y seleccionar el tipo de revestimiento que se utilizará (p. ej., tierra impermeable o capa de arcilla)
- Preparar un plan de clasificación para el sitio, incluida la ubicación de canales y tuberías para la recolección y eliminación del lixiviado
- Diseñar las instalaciones para la eliminación, recolección y almacenamiento del lixiviado
- Selección y diseño del sistema de tratamiento del lixiviado (Savage et al. 1998).

incluye materiales naturales y sintéticos tales como tierra, compost, neumáticos triturados y membranas geosintéticas.

- **Recolección de LFG y recuperación de energía.** La recolección de LFG y la recuperación de energía son aspectos importantes de las operaciones de los rellenos sanitarios. El LFG se genera como un subproducto de la descomposición de ciertos tipos de residuos.

Como se ilustra en la Figura 13.3, los sistemas de recolección de LFG pueden ayudar a recolectar, mover y quemar o utilizar este gas de manera productiva. Quemar el gas ayuda a reducir el riesgo de incendios espontáneos y mitiga las emisiones de metano. Los proyectos de energía de LFG pueden diseñarse para aprovechar el gas recolectado para generar electricidad o con otros usos productivos. La Guía de mejores prácticas internacionales de IGM para proyectos de energía de gas de vertedero (IGM 2012) incluye información adicional sobre cómo implementar un proyecto de energía de LFG. La Iniciativa Municipal de los residuos sólidos de la Coalición de Aire Limpio y Clima ofrece una Herramienta de Evaluación de Proyectos de LFG [CCAC sin fecha (b)] para ayudar a las ciudades a evaluar la viabilidad de un posible proyecto de energía de LFG.

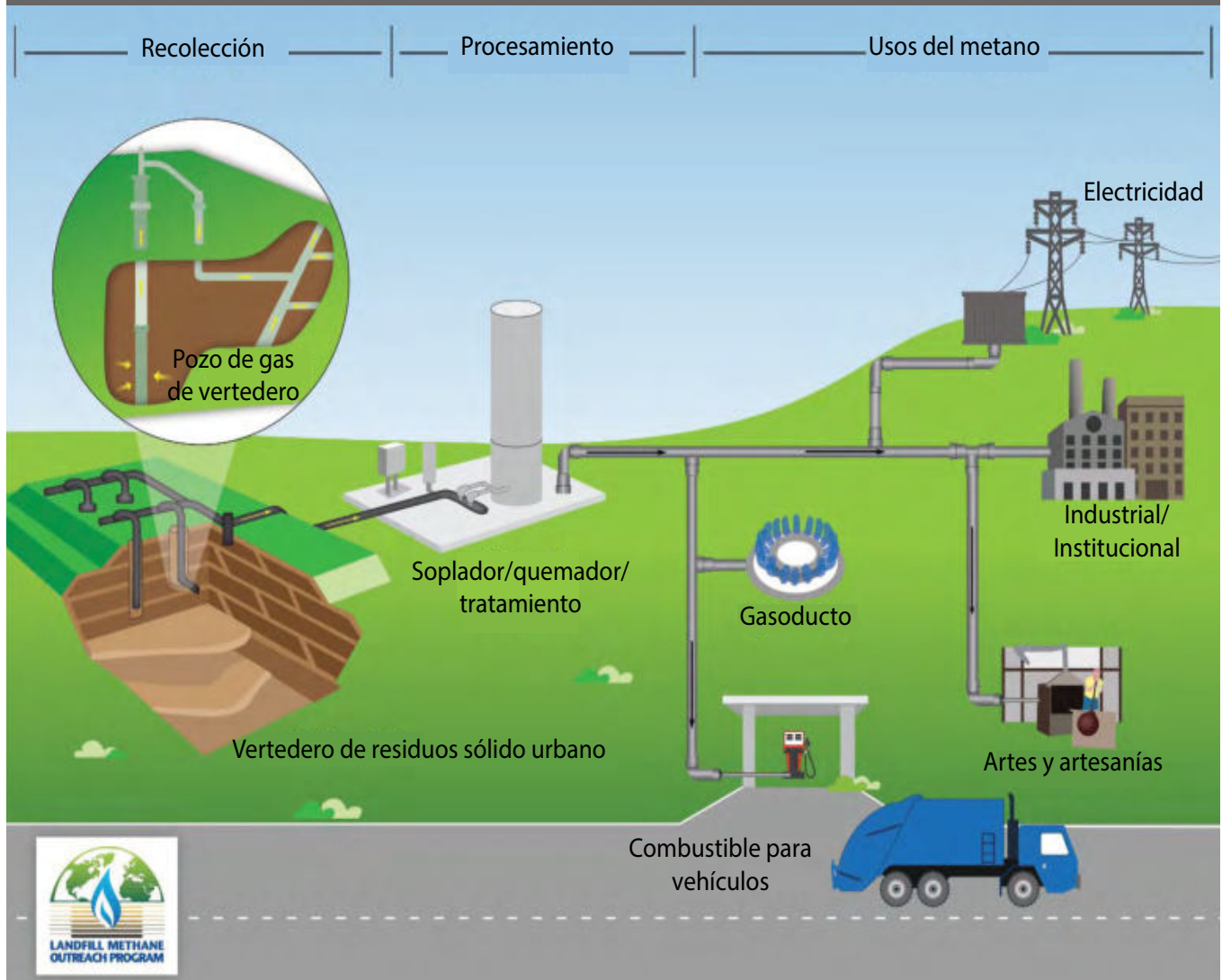
- **Monitoreo de aguas subterráneas.** El monitoreo es necesario para determinar la calidad del agua subterránea en una instalación y para determinar si ha habido una liberación de contaminantes a través de la base del vertedero. El sistema de monitoreo de aguas subterráneas consiste en pozos colocados en un lugar adecuado y en profundidad para tomar muestras de agua que sean representativas de la calidad de las aguas subterráneas (EPA de EE. UU. 1995).

## Preguntas para los responsables de la toma de decisiones

- ¿El departamento de gestión de los residuos sólidos de la ciudad tiene las capacidades para diseñar el sitio? Si no es así, ¿pueden obtenerse estas capacidades en otras partes de la ciudad o en el sector privado?
- ¿Qué estándares seguirá la ciudad?
- ¿Cómo se verán afectados los trabajadores del sector informal y cómo mitigará la ciudad estos impactos?
- ¿Cómo recogerá y usará el LFG la instalación? ¿Hay instalaciones cercanas que utilizarían el LFG capturado?



Figura 13.3. Ilustración de la recolección y el procesamiento de LFG para producir metano para usos múltiples (EPA de EE. UU. 2019c).



- Acceso al sitio.** La construcción de una cerca alrededor del sitio es capaz de controlar el acceso al vertedero de manera estricta y evitar lesiones, recolección no autorizada de residuos, y vertido ilegal (EPA de EE. UU. 2002a). Es importante considerar cómo restringir el acceso al sitio podría afectar los medios de subsistencia de las personas que se ganan la vida recuperando y vendiendo materiales reciclables. Muchas ciudades están mitigando estos impactos integrando a los trabajadores del sector informal en las operaciones formales de recolección o eliminación (p. ej., ayudándolos a organizar una cooperativa y ofreciéndoles acceso estructurado en los accesos de los vertederos).

### Operaciones del vertedero ✓

Muchas ciudades han encontrado útil contratar a un gerente de vertedero capacitado para que opere y administre el sitio de manera adecuada. Antes de eliminar cualquier residuo en el vertedero, el gerente desarrolla un plan que sirva como guía operativa para el sitio. El plan generalmente especifica, en detalle, la ubicación del sitio donde se colocarán los residuos, cómo se operará el sitio, con qué frecuencia y dónde se usará una cubierta del suelo, y cómo se abordarán los problemas ambientales (p. ej., animales, basura, incendios, gas, lixiviado). Otras prácticas operativas incluyen la compactación de residuos, la aplicación de una cubierta diaria, el tratamiento de lixiviados y el monitoreo de la calidad



del lixiviado y del agua, la gestión y el monitoreo de las emisiones del vertedero y gas, y la aplicación de la cubierta final. (Munawar y Fellner 2013).

### Operaciones de cierre y posteriores al cierre ✓

Cuando un vertedero alcanza su capacidad máxima, las operaciones de llenado cesan y el sitio se "tapa" con un sistema de cubierta final. El período de tiempo durante el cual el vertedero se mantiene y es posteriormente monitoreado se denomina "período posterior al cierre". Las actividades enumeradas a continuación se clasifican ampliamente como pertenecientes a la fase de cierre o la fase posterior al cierre.

El cierre del vertedero implica las siguientes actividades:

- Cese de la entrega de residuos para su eliminación por entierro en el vertedero
- Preparación del sitio para recibir el sistema de cubierta final o la tapa
- Instalación del sistema de cubierta final
- Nuevo examen del sistema de gestión de lixiviados para evaluar el desempeño
- Disposiciones para la recolección y el control del gas
- Mejoras o reparaciones en los sistemas de drenaje, características de control de la erosión, caminos de acceso, etc.
- Restauración de las áreas periféricas alteradas
- Restricciones legales para prohibir la reutilización del área de vertedero cerrada para ciertos tipos de actividades.

**Las actividades posteriores al cierre** incluyen el mantenimiento del sistema de cubierta, la gestión de lixiviados, gestión del gas, control de la erosión y sedimentación, gestión de aguas superficiales, acceso y seguridad del sitio, monitoreo ambiental y disposiciones especiales para el uso futuro del sitio. Además, las actividades posteriores al cierre también deben incluir el monitoreo ambiental y disposiciones especiales para el uso futuro del sitio.

El cuidado durante el cierre y posteriormente al mismo es una actividad importante en el ciclo de vida de un vertedero porque completa los requisitos para la gestión ambiental de la instalación. Generalmente, el cuidado posterior al cierre debe continuar hasta que los residuos sólidos se hayan estabilizado a un nivel en el que ya no sean peligrosos para la salud y la seguridad pública o para la calidad ambiental. Este proceso de estabilización puede durar varias décadas.

El análisis citado en el siguiente estudio de caso (Figura 13.4) es un recurso valioso para comprender las mejores prácticas asociadas con la conversión de un vertedero en un vertedero sanitario.

## Preguntas para los responsables de la toma de decisiones

- ¿Hay suficiente personal calificado para operar el nuevo vertedero? ¿Qué capacitación necesitarían y de dónde vendrá esa capacitación?
- ¿Debería la ciudad tercerizar la operación al sector privado?
- ¿Hay suficiente dinero asignado para que las operaciones se realicen correctamente?
- ¿Existen fuentes de ingresos adicionales que puedan ayudar a compensar los costos de las operaciones (p. ej., cargos de vertido)?





Figura 13.4. ESTUDIO DE CASO



## Desarrollo de una hoja de ruta para la transición a un relleno sanitario de ingeniería en San Cristóbal, República Dominicana

San Cristóbal es una ciudad de aproximadamente 250 000 habitantes ubicada a 30 kilómetros de Santo Domingo, en la República Dominicana. Desde 2014, el principal sitio de eliminación de la ciudad ha sido un vertedero semicontrolado que recibe entre 210 y 270 toneladas métricas de residuos por día. El acceso al sitio no está controlado, lo que resulta en personas que hurgan entre la basura en condiciones inseguras y en incendios dañinos. Además, el sitio no tiene un sistema de revestimiento, monitoreo de aguas subterráneas ni una cubierta de suelo. La ciudad ha recibido muchas quejas de sus residentes debido a las condiciones inseguras del sitio y a los impactos sobre la salud y la estética.

En respuesta, la municipalidad ha comenzado a trabajar con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos para desarrollar un plan para mejorar y, en última instancia, cerrar el vertedero actual, y hacer la transición a un vertedero de ingeniería sanitaria.

Entre 2017 y 2018, la ciudad y sus socios realizaron múltiples evaluaciones de campo para recopilar datos sobre las prácticas actuales de gestión de los residuos sólidos y reunirse con las partes interesadas. En función de este esfuerzo de recopilación de información, los socios de la ciudad realizaron recomendaciones para mejorar las operaciones actuales del sitio (p. ej., estableciendo una cara de trabajo adecuada), convertir el sitio en un vertedero de ingeniería (p. ej., diseñando sistemas de tratamiento de lixiviados y recolección de LFG) y contratar con el sector privado. Las recomendaciones se presentaron a las partes interesadas en agosto de 2018.

Las recomendaciones finales están **disponibles en línea** (EPA de EE. UU. 2018c).



Esta página queda intencionalmente en blanco.






# 14 RECUPERACIÓN ENERGÉTICA





## Recursos clave

-  [Opciones de la conversión de residuos a energía en la gestión municipal de residuos sólidos: Guía para los responsables de la toma de decisiones en países en desarrollo y emergentes \[Waste-to-Energy Options in Municipal Solid Waste Management: A Guide for Decision Makers in Developing and Emerging Countries\] \(Mutz et al. 2017\)](#)
-  [Pautas de la ISWA: De residuos a energía en países de ingresos bajos y medios \[ISWA Guidelines: Waste to Energy in Low and Middle Income Countries\] \(ISWA 2013b\)](#)
-  [Conversión de residuos a energía: Consideraciones para la toma de decisiones informadas \[Waste to Energy: Considerations for Informed Decision-Making\] \(PNUMA 2019\)](#)

## Sección 14

# Recuperación energética

Aproximadamente el 15 por ciento de todos los residuos que se tratan a nivel mundial se incineran con recuperación de energía (PNUMA 2019). La mayoría de las instalaciones de recuperación de energía se encuentran en la actualidad en países desarrollados, pero muchos países en desarrollo están interesados en esta estrategia de gestión de los residuos sólidos debido al potencial que posee de eliminar grandes cantidades de residuos que de otro modo no serían reciclables. Además, estas instalaciones pueden generar una fuente alternativa de energía y preservar espacio en el vertedero sanitario. Sin embargo, existen muchos desafíos asociados con el desarrollo y la operación exitosa de un proyecto de recuperación energética, y se alienta a las ciudades a considerar cuidadosamente si la recuperación energética es la opción correcta para su situación y sus necesidades específicas.

Esta sección se centra en los procesos de recuperación energética que implican la conversión de material no reciclable en calor, electricidad o combustible utilizable. En particular, analiza diferentes tecnologías de recuperación energética y factores importantes a considerar al determinar si se debe incluir la recuperación energética como parte de un sistema de gestión de los residuos sólidos. Esta sección no aborda los proyectos de biogás que producen energía a partir de la digestión anaeróbica (Digestión Anaeróbica, DA) de residuos orgánicos o proyectos de gas de vertedero (Landfill Gas, LFG). Estos temas se abordan en las secciones [Manejo de los residuos orgánicos](#) y [Relenos sanitarios](#), respectivamente.

## ¿Por qué considerar la recuperación energética?

Los proyectos de recuperación energética pueden ayudar a eliminar los materiales de residuo que, de otro modo, no serían reciclables, a la vez que proporcionan una fuente de energía que se puede utilizar en una variedad de aplicaciones, incluida la calefacción y refrigeración urbana. Además, los proyectos de recuperación energética pueden ayudar a reducir el volumen de los residuos enviados a los sitios de eliminación, una ventaja particularmente atractiva en lugares que tienen una capacidad limitada de sus vertederos o basurales. Los

proyectos de residuos a energía (WtE, Waste to Energy) (o “energía a partir de residuos”) también pueden mejorar la salud pública y la seguridad al eliminar los desperdicios de los vertederos abiertos (PNUMA 2019). Dicho esto, contar con marcos normativos y ambientales (p. ej., tecnologías de control de emisiones) para garantizar que los proyectos de WtE no agraven las preocupaciones locales sobre la calidad del aire es fundamental para el éxito de los proyectos en el logro de los objetivos ambientales y de salud.

## Tipos de recuperación de energía

La recuperación energética es la conversión de materiales no reciclables en calor, electricidad o combustible utilizables, a través de una variedad de procesos. Esta conversión puede lograrse a través de una variedad de procesos que incluyen (Mutz et al. 2017):

- **Combustión.** La combustión o incineración es la quema de los residuos sólidos en instalaciones especializadas para crear calor, vapor o electricidad. La combustión requiere manejar cuidadosamente las emisiones de los escapes (p. ej., partículas y gases) y desechar de manera segura o utilizar las cenizas sólidas de manera beneficiosa para reducir los impactos ambientales del proceso. Las cenizas de combustión generalmente se desechan en vertederos (EPA de EE. UU. 2016d).
- **Coprocesamiento.** El coprocesamiento utiliza residuos como sustituto para los combustibles fósiles en procesos industriales tales como la fabricación de cemento. Se requiere combustible derivado de residuos para el coprocesamiento a fin de garantizar una combustión controlada. El combustible derivado de residuos está generalmente compuesto por residuos relativamente homogéneos y se logra a través de una serie de pasos de preprocesamiento, que requieren capital adicional. El coprocesamiento ayuda a reducir las emisiones de dióxido de carbono mediante el uso de combustibles de biomasa y combustibles mixtos, y también puede ser una opción de tratamiento viable para plásticos no reciclables (Hinkel y Blume 2018).







CASO CONCRETO 

## Asociación Público-Privada en China

Para obtener más información, consulte *Desarrollo urbano sostenible en la República Popular China: Tratamiento de residuos sólidos municipales: Estudio de caso de asociaciones público-privadas (PPP) en Wenzhou* (ADB 2010).

La ciudad de Wenzhou, China, enfrentaba cada vez más residuos domésticos cada año. Históricamente, los residuos domésticos en el área iban a parar a dos vertederos. En 2002, la ciudad se asoció con un contratista local privado para construir y operar una planta de incineración durante dos años. Al final de los dos años, el gobierno poseería y operaría la planta sin ninguna compensación para el inversionista privado. La gran planta puede vender 7 millones de kilovatios de electricidad por año. La planta también recibe una tarifa de servicio del gobierno de la ciudad de Wenzhou por la eliminación de los residuos sólidos.

### Desafíos

WtE puede ser una solución para reducir los residuos y proporcionar un suministro alternativo de energía. Sin embargo, ha habido pocos proyectos de WtE exitosos en países en desarrollo; los desafíos que enfrentan las ciudades para cada tipo de tecnología de recuperación de energía incluyen (Mutz et al. 2017):

- **Inversión sustancial de capital para construir y operar instalaciones.** Los costos operativos incluyen costos operativos fijos (p. ej., salarios) y costos operativos variables (p. ej., mantenimiento, uso de servicios públicos, sistemas de emisiones). Si bien las instalaciones de WtE pueden hacerse económicamente viables mediante tarifas de vertido, venta de electricidad y venta de otros coproductos (p. ej., metales recuperados), una instalación puede tardar años en volverse rentable. A menudo, los ingresos de la producción de energía no cubren los costos operativos de la instalación, por lo que las ciudades deben ser capaces y estar dispuestas a buscar tipos adicionales de financiamiento, como asociaciones público-privadas (PPP). Además, los precios de la electricidad pueden fluctuar, lo que
- significa que la recuperación energética a partir de los residuos sólidos puede no ser la opción más competitiva.
- **Gestión de los residuos sólidos y emisiones.** Las instalaciones de WtE generan productos de residuo que deben ser manipulados y desechados adecuadamente, incluidas las cenizas de fondo y volantes. Algunos de estos productos de residuo pueden mitigarse mediante el uso de tecnologías de control y monitoreo para las emisiones al aire y el agua, la contención y eliminación adecuadas de cenizas y otros residuos, el control del ruido de la maquinaria y los vehículos de transporte, y la manipulación y el almacenamiento adecuados de los residuos peligrosos. Es importante que las ciudades cuenten con mecanismos adecuados de monitoreo del aire y cumplimiento para garantizar que las instalaciones de WtE cumplan con los estándares regulatorios y de emisiones.
- **Requisitos específicos de la materia prima.** WtE requiere materias primas con umbrales de contenido calórico específicos que pueden no ser alcanzables para ciudades o centros urbanos que no separan los flujos de residuos. Los residuos mixtos pueden tener demasiado contenido de humedad o muy poco valor calórico, y las regulaciones de algunos países prohíben la quema de residuos bajos en calorías. Además, las condiciones climáticas pueden dificultar



la obtención de una materia prima adecuada. Por ejemplo, en el Caribe, el alto contenido de residuos orgánicos húmedos y los entornos hostiles conducen a la rápida corrosión del equipo de recuperación de energía (IDB 2016). En muchas ciudades, los proyectos de WtE pueden competir con los esfuerzos de reciclaje de materiales reciclables con valores calóricos altos.

- **Educación y capacitación del personal.** Se requiere personal capacitado y calificado para implementar y operar la instalación. Las ciudades han encontrado beneficioso garantizar que las instalaciones contraten personal calificado y que todo el personal reciba capacitación.
- **Compromisos encontrados a largo plazo.** La construcción y operación de las instalaciones de WtE requiere un compromiso a largo plazo por parte de la ciudad. Estos compromisos pueden entrar en conflicto con otras prioridades locales, como las reducciones de las emisiones de gases de efecto invernadero y los objetivos generales de reducción de la generación de residuos (ya que unas tasas reducidas de generación de residuos significan menos materia prima para la instalación).

La digestión de un DA y la recuperación de LFG son otras dos formas de recuperar energía de los residuos. Las secciones [Manejo de residuos orgánicos](#) y [Relenos sanitarios](#) proporcionan más información sobre la DA y la recuperación de LFG, respectivamente.

## Cuándo considerar el WtE

La recuperación energética puede ser una parte integral de un sistema de gestión de los residuos sólidos en funcionamiento. Sin embargo, de acuerdo con la jerarquía de la gestión de los residuos sólidos descrita en la sección [Enfoques](#), es una mejor práctica implementar estrategias de reducción y reciclaje en origen antes de considerar la recuperación energética como una opción (EPA de EE. UU. 2019a), o implementar las tres estrategias en conjunto. Además, debido a los riesgos potenciales asociados con las tecnologías de recuperación energética (especialmente aquellas que no incorporan equipos de control de emisiones), estos proyectos son una opción viable solo en ciudades con sistemas de gestión de los residuos sólidos en funcionamiento y eficientes, y protocolos de gestión ambiental implementados.

## Preguntas para los responsables de la toma de decisiones

- ¿Ya hay un sistema de gestión de los residuos sólidos eficiente?
- ¿Qué legislación ambiental existe para proteger contra la contaminación causada por el WtE?  
¿Todas las tecnologías están cubiertas por la legislación? ¿Los mecanismos de monitoreo han sido implementados?
- ¿Cómo puede la ciudad garantizar flujos de residuos de alta calidad adecuados para la combustión?
- ¿Cómo capacitará al personal la ciudad para garantizar que tenga las capacidades necesarias para operar las instalaciones?
- ¿Se han identificado y abordado los usuarios finales de la electricidad o el calor?
- ¿Se han considerado todos los costos del proyecto y se han identificado métodos alternativos de financiamiento? ¿Hay seguridad para los inversionistas?



Esta página queda intencionalmente en blanco.



# Bibliografía

ABRELPE. 2020. Lixo Fora D'Água. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. <http://lixoforadagua.com.br/>. Consultado 1 mayo 2020.

ABRELPE. Sin fecha. Santos: Setting the Scene of the Local Waste Management System. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. <http://lixoforadagua.com.br/wp-content/uploads/RELATO%C%81RIO%20-%20ENG%20Santos.pdf>. Consultado 19 mayo 2020.

ABRELPE y CCAC. 2017. Handbook on Communication and Engagement for Solid Waste Management. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais y Coalición de Aire Limpio y Clima. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/communication-and-engagement-solid-waste-management-handbook>. Consultado 7 noviembre 2019.

Abt Associates, SCS Engineers, EPA de EE. UU., y CCAC. 2017. Landfill Gas Project Screening Tool. Version 2. junio. Abt Associates, SCS Engineers, Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos y Coalición de Aire Limpio y Clima. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/landfill-gas-project-screening-tool-version-2>. Consultado 7 noviembre 2019.

ADB. 2010. Sustainable Urban Development in the People's Republic of China: Municipal Solid Waste Treatment: Case Study of Public-Private Partnerships (PPPs) in Wenzhou. Banco Asiático de Desarrollo. <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/27864/urbandev-prc-nov2010-waste.pdf>. Consultado 30 enero 2020.

ADB. 2013. Materials Recovery and Facility Toolkit. Banco Asiático de Desarrollo. <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/30220/materials-recovery-facility-tool-kit.pdf>. Consultado 27 abril 2020.

ADB y Programa de ayuda del gobierno Australiano. 2011. Toward Sustainable Municipal Organic Waste Management in South Asia. A Guidebook for Policy Makers and Practitioners. Banco Asiático de Desarrollo y Programa de ayuda del gobierno Australiano. Ciudad de Myaluyong. <https://www.adb.org/publications/toward-sustainable-municipal-organic-waste-management-south-asia>. Consultado 7 noviembre 2019.

Akenji, L. 2012. Applying EPR in Developing Countries. IGES Rio +20 Issue Brief Vol.3. [https://iges.or.jp/en/publication\\_documents/pub/issue/en/2561/rio\\_issue\\_brief\\_vol3\\_EPR\\_mar2012.pdf](https://iges.or.jp/en/publication_documents/pub/issue/en/2561/rio_issue_brief_vol3_EPR_mar2012.pdf). Consultado 30 enero 2020.

Allen, C. 2012. La Pintana, Chile: Prioritizing the Recovery of Vegetable Waste. Case Study, Global Alliance for Incinerator Alternatives. Alianza Global para Alternativas a la Incineración. <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/ZW-La-Pintana.pdf>. Consultado 7 noviembre 2019.

La Asociación del Aluminio. 2019. Aluminum Recycling. Economically & Environmentally Sustainable. La Asociación del Aluminio. <https://aluminum.org/advocacy/top-issues/aluminum-recycling>. Consultado 7 noviembre 2019.

Aparcana. 2017. Approaches to formalization of the informal waste sector into municipal solid waste management systems in low- and middle-income countries: Review of barriers and success factors. Waste Management 61. 10.1016/j.wasman.2016.12.028.

Basel Convention. 2020. Plastic Waste Overview. <http://www.basel.int/Implementation/Plasticwaste/Overview/tabid/8347/Default.aspx>. Consultado 1 mayo 2020.



- BBC News. 2002. Bangladesh Bans Polythene. BBC News. 1 enero. [http://news.bbc.co.uk/2/hi/south\\_asia/1737593.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/south_asia/1737593.stm). Consultado 7 noviembre 2019.
- be'ah. 2017a. Electronic Services. <https://beah.om/>. Consultado 28 octubre 2019.
- be'ah. 2017b. Sustainability. <https://www.beah.om/Other/Sustainability>. Consultado 19 mayo 2020.
- NR Brasileño . 2010. Law No. 12305 – Brazilian Policy on Solid Waste. Brasilia: Ministerio de Medio Ambiente de Brasil. 2 agosto. <http://www.braziliannr.com/brazilian-environmental-legislation/law-no-12305-brazilian-national-policy-solid-waste/>. Consultado 7 noviembre 2019.
- Ciudades de C40. 2016a. C40 Good Practice Guides: Dhaka – Composting Project. 15 febrero. [https://www.c40.org/case\\_studies/c40-good-practice-guides-dhaka-composting-project](https://www.c40.org/case_studies/c40-good-practice-guides-dhaka-composting-project). Consultado 7 noviembre 2019.
- Ciudades de C40. 2016b. Good Practice Guide: Sustainable Solid Waste Systems. [http://c40-production-images.s3.amazonaws.com/good\\_practice\\_briefings/images/9\\_C40\\_GPG\\_SWS.original.pdf?1456789082](http://c40-production-images.s3.amazonaws.com/good_practice_briefings/images/9_C40_GPG_SWS.original.pdf?1456789082). Consultado 7 noviembre 2019.
- Ciudades de C40. 2017. Explainer: How to Finance Urban Infrastructure? <https://www.c40cff.org/knowledge-library/explainer-how-to-finance-urban-infrastructure>. Consultado 28 enero 2020.
- Ciudades de C40. 2018. Case Study: Electric Urban Cleaning Vehicles to Drive Down City's GHG Emissions, Save Costs, and Improve Citizens' Health. diciembre 3. [https://www.c40.com/case\\_studies/electric-urban-cleaning-vehicles-to-drive-down-city-s-ghg-emissions-save-costs-and-improve-citizens-health](https://www.c40.com/case_studies/electric-urban-cleaning-vehicles-to-drive-down-city-s-ghg-emissions-save-costs-and-improve-citizens-health). Consultado 7 noviembre 2019.
- Cascadia Consulting Group. 2003. Guidelines for Waste Characterization Studies in the State of Washington. Departamento de Ecología del Estado de Washington. Publicación 15-07-040. <https://apps.ecology.wa.gov/publications/documents/1507040.pdf>. Consultado 7 noviembre 2019.
- Cascadia Consulting Group. 2012. City of San Diego Waste Characterization Study: Study Design. noviembre 2. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/waste-characterisation-study-san-diego>. Consultado 7 noviembre 2019.
- Cascadia Consulting Group. 2018. 2015–2016 Washington Statewide Waste Characterization Study. Departamento de Ecología del Estado de Washington. Publicación 16-07-032. Publicado 16 octubre – Actualizado enero 2018. <https://fortress.wa.gov/ecy/publications/documents/1607032.pdf>. Consultado 7 noviembre 2019.
- CCAC. 2014. Closure and Rehabilitation of Open Dumps. Webinar, 13 noviembre. Coalición de Aire Limpio y Clima. <https://www.waste.ccacoalition.org/seminar/closure-and-rehabilitation-open-dumps>. Consultado 4 febrero 2020.
- CCAC. 2015. Workplan for Addis Ababa. Coalición de Aire Limpio y Clima. [https://www.waste.ccacoalition.org/sites/default/files/files/ccac\\_workplan\\_addis\\_final\\_2-25-2015.pdf](https://www.waste.ccacoalition.org/sites/default/files/files/ccac_workplan_addis_final_2-25-2015.pdf). Consultado 3 febrero 2020.
- CCAC. 2018a. Anaerobic Digestion Project Screening Tool (AD\_PST). Version 1. julio. Developed by Abt Associates for the Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos y Coalición de Aire Limpio y Clima. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/anaerobic-digester-project-screening-tool>. Consultado 7 noviembre 2019.
- CCAC. 2018b. Financing Readiness Questionnaire. Coalición de Aire Limpio y Clima. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/financing-readiness-questionnaire>. Consultado 7 noviembre 2019.
- CCAC. 2018c. Policy Report: High-Level Pre-Feasibility Study and Implementation Plan for an Organic Waste Treatment Project in the Municipality of Quito. Coalición de Aire Limpio y Clima. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/high-level-pre-feasibility-study-and-implementation-plan-organic-waste-treatment-project>. Consultado 19 mayo 2020.



- CCAC. 2018d. Using Internal Revenue Streams and External Financing for Solid Waste Management Projects. Coalición de Aire Limpio y Clima. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/using-internal-revenue-streams-and-external-financing-solid-waste-management-projects>. Consultado 7 noviembre 2019.
- CCAC. 2020. City MSW Rapid Assessment Data Collection Tool: ENGLISH. Coalición de Aire Limpio y Clima. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/city-msw-rapid-assessment-data-collection-tool-english>. Consultado 19 mayo 2020.
- CCAC. Undated(a). Municipal Solid Waste Knowledge Platform. Cities. Coalición de Aire Limpio y Clima. <https://www.waste.ccacoalition.org/participant>. Consultado 28 octubre 2019.
- CCAC. Undated(b). Municipal Solid Waste Knowledge Platform. Tools. Coalición de Aire Limpio y Clima. <https://www.waste.ccacoalition.org/tool>. Consultado 28 octubre 2019.
- CCAC. Undated(c). Raising Awareness About Solid Waste Management. <http://www.waste.ccacoalition.org/file/1909/download?token=IE-unsJJ>. Consultado 27 abril 2020.
- CCAC. Undated(d). The Manure Knowledge Kiosk. Coalición de Aire Limpio y Clima. <http://www.manurekiosk.org/>. Consultado 11 noviembre 2019.
- CCAC. Undated(e). Waste. Mitigating Short-Lived Climate Pollutants from the Municipal Solid Waste Sector. Coalición de Aire Limpio y Clima. <https://www.ccacoalition.org/en/initiatives/waste>. Consultado 22 mayo 2020.
- CCAC y ISWA. 2016a. Strategy for Organic Waste Diversion – Collection, Treatment, Recycling and Their Challenges and Opportunities for the City of Sao Paulo, Brazil. Coalición de Aire Limpio y Clima y Asociación Internacional de Residuos Sólidos. <https://www.ccacoalition.org/en/resources/strategy-organic-waste-diversion-collection-treatment-recycling-and-their-challenges-and>. Consultado 7 noviembre 2019.
- CCAC y ISWA. 2016b. Technical Guidance on the Operation of Organic Waste Management Treatment Plants. Coalición de Aire Limpio y Clima y Asociación Internacional de Residuos Sólidos. <https://www.ccacoalition.org/en/resources/technical-guidance-operation-organic-waste-treatment-plants>. Consultado 7 noviembre 2019.
- CCAC y EPA de EE. UU. 2018. Best Practices for Waste Characterisation. Webinar. Coalición de Aire Limpio y Clima y Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, Washington, DC. 28 marzo. <https://www.ccacoalition.org/en/event/webinar-best-practices-waste-characterisation-studies>. Consultado 7 noviembre 2019.
- CEC. 2011. Workshop on E-Waste Recycling and Refurbishing: Environmentally Sound Management Practices. Comisión para la Cooperación Medioambiental. 15-16 febrero. <http://www.cec.org/events/workshop-on-e-waste-recycling-and-refurbishing-environmentally-sound-management-practices/>. Consultado 21 mayo 2020.
- CEC. 2016. Environmentally Sound Management of Spent Lead-Acid Batteries in North America. Comisión para la Cooperación Medioambiental. enero. <http://www3.cec.org/islandora/en/item/11665-environmentally-sound-management-spent-lead-acid-batteries-in-north-america-en.pdf>. Consultado 11 noviembre 2019.
- CECC. 2020. Center of Excellence for Circular Economy and Climate Change website. <https://centercecc.org/>. Consultado 19 mayo 2020.
- CGF. 2018. El Foro de Bienes de Consumo's Waste Booklet. <https://www.theconsumergoodsforum.com/wp-content/uploads/2017/10/Environmental-Sustainability-Food-Waste-Booklet-2018.pdf>. Consultado 7 February 2020.
- CGF. 2020. Food Waste: A Global Commitment to Halving Food Waste by 2025. El Foro de Bienes de Consumo. <https://www.theconsumergoodsforum.com/initiatives/environmental-sustainability/key-projects/food-solid-waste/>. Consultado 28 enero 2020.





- Chengappa, C. 2013. Organizing Informal Waste Pickers: A Case Study of Bengaluru, India. *Mujeres en Empleo Informal: Globalizy y Organizy (WIEGO)*, Cambridge, MA. marzo. <https://www.wiego.org/sites/default/files/migrated/resources/files/Chengappa-Organizing-Informal-Waste-Pickers-India.pdf>. Consultado 7 noviembre 2019.
- Ciudad Saludable. Sin fecha. Ciudad Saludable website. <http://www.ciudadsaludable.org/>. Consultado 3 febrero 2020.
- Cointreau, S. 2004. Sanitary Landfill Design and Siting Criteria. Orientación publicada en mayo por el Banco Mundial como nota sobre infraestructura urbana, Actualizado noviembre 2004. <http://documents.worldbank.org/curated/en/461871468139209227/Sanitary-landfill-design-and-siting-criteria>. Consultado 7 noviembre 2019.
- Coursera. 2019. Municipal Solid Waste Management in Developing Countries. Curso por Internet. <https://www.coursera.org/learn/solid-waste-management>. Consultado 28 octubre 2019.
- CPHEEO. 2016. Municipal Solid Waste Management Manual. Organización Central de Ingeniería Ambiental y de Salud Pública. <http://cpheeo.gov.in/upload/uploadfiles/files/Part2.pdf>. Consultado 27 abril 2020.
- Dias, S.M. 2011. Overview of Legal Framework for Inclusion of Informal Recyclers in Brazil. *Mujeres en Empleo Informal: Globalizy y Organizy*. mayo. <https://www.wiego.org/publications/overview-legal-framework-inclusion-informal-recyclers-solid-waste-management-brazil>. Consultado 7 noviembre 2019.
- D-WASTE. 2020. Waste Atlas. <http://www.atlas.d-waste.com/>. Consultado 31 enero 2020.
- Eunomia. Sin fecha. Plastics in the Marine Environment: Where Do They Come From? Where Do They Go? <http://www.eunomia.co.uk/wp-content/uploads/2016/05/Eunomia-Marine-Litter-MED.jpg>. Consultado 22 octubre 2019.
- FAO. 2013. Toolkit: Reducing the Food Wastage Footprint. Food Wastage Footprint Project. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/3/i3342e/i3342e.pdf>. Consultado 7 noviembre 2019.
- FAO. 2020. Food Loss Analysis Reports and Fact Sheets. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/food-loss-reduction/resources/faofoodlossanalysisreports/en/>. Consultado 31 enero 2020.
- Farvacque-Vitkovic, C. y M. Kopanyi. 2014. *Municipal Finances: A Handbook for Local Governments*. Banco Mundial, Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/18725>. Consultado 7 noviembre 2019.
- Flanagan, K., K. Robertson, y C. Hanson. 2019. Reducing Food Loss and Waste: Setting a Global Action Agenda. Instituto de Recursos Mundiales y Fundación Rockefeller. [https://wriorg.s3.amazonaws.com/s3fs-public/reducing-food-loss-waste-global-action-agenda\\_0.pdf](https://wriorg.s3.amazonaws.com/s3fs-public/reducing-food-loss-waste-global-action-agenda_0.pdf). Consultado 7 noviembre 2019.
- Gerdes, P. y E. Gunsilius. 2010. *The Waste Experts: Enabling Conditions for Informal Sector Integration in Solid Waste Management. Lessons Learned from Brazil, Egypt and India*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn/Deutschland. <https://www.giz.de/en/downloads/gtz2010-waste-experts-conditions-is-integration.pdf>. Consultado 7 noviembre 2019.
- GIZ. 2012. *Economic Instruments in Solid Waste Management: Case Study – Maputo, Mozambique*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. <https://www.giz.de/en/downloads/giz2012-en-economic-instruments-mozambique.pdf>. Consultado 28 enero 2020.
- Alianza Global de Recicladores. Sin fecha. Alianza Global de Recicladores. <https://globalrec.org/>. Consultado 3 febrero 2020.
- IGM. 2012. *International Best Practices Guide for Landfill Gas Energy Projects*. Iniciativa Global de Metano, Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, y Asociación Internacional de Residuos Sólidos. [https://www.globalmethane.org/documents/toolsres\\_lfg\\_IBPGcomplete.pdf](https://www.globalmethane.org/documents/toolsres_lfg_IBPGcomplete.pdf). Consultado 7 noviembre 2019.



- IGM. 2020. Biogas Sector Tools and Resources. Iniciativa Global de Metano. [https://www.globalmethane.org/tools-resources/resources\\_filtered.aspx?s=biogas](https://www.globalmethane.org/tools-resources/resources_filtered.aspx?s=biogas). Consultado 31 enero 2020.
- IGM. Undated(a). Biogas. Featured Tools and Resources. Iniciativa Global de Metano. [https://www.globalmethane.org/tools-resources/resources\\_filtered.aspx?s=biogas](https://www.globalmethane.org/tools-resources/resources_filtered.aspx?s=biogas). Consultado 28 octubre 2019.
- IGM. Undated(b). Municipal Solid Waste. Plans and Actions. Iniciativa Global de Metano. <https://www.globalmethane.org/biogas/msw.aspx>. Consultado 4 noviembre 2019.
- IGM. Undated(c). Naucalpan de Juárez, Mexico – Improving Waste Management Practices and Reducing Methane Emissions. Iniciativa Global de Metano. <https://www.globalmethane.org/challenge/naucalpan.html>. Consultado 4 noviembre 2019.
- IGM. Undated(e). Tools and Resources. Featured Tools and Resources. Iniciativa Global de Metano. <https://www.globalmethane.org/tools-resources/resources.aspx>. Consultado 19 mayo 2020.
- Gómez-Brandón, M., M. Fernández-Delgado Juárez, J. Domínguez, y H. Insam. 2013. Animal manures: Recycling and management technologies. En *Biomass Now: Cultivation and Utilization*. pp. 237-272. <https://www.intechopen.com/books/biomass-now-cultivation-and-utilization/animal-manures-recycling-and-management-technologies>. Consultado 4 febrero 2020.
- Gobierno de India. 2016. Solid Waste Management Rules 2016. Ministerio de Medio Ambiente, Bosques y Cambio Climático, Nueva Delhi, India. <https://kspcb.gov.in/SWM-Rules-2016.pdf>. Consultado 7 noviembre 2019.
- Hasiru Dala. 2015. Hasiru Dala website. <https://hasirudala.in>. Consultado 7 noviembre 2019.
- Hinkel, M. y S. Blume. 2018. The Role of Pre- and Co-Processing in Sustainable Waste Management. Presentado en ISWA World Conference en Kuala Lumpur, Malasia. [https://www.iswa.org/media/publications/knowledge-base/login-and-registration/kb\\_account//5206/?tx\\_iswaknowledgebase\\_filter%5Bcategories%5D=all&tx\\_iswaknowledgebase\\_filter%5Bmaincategories%5D=0%2C1&tx\\_iswaknowledgebase\\_searchbox%5Bsearchphrase%5D=-co-processing&tx\\_iswaknowledgebase\\_list%5Bpage%5D=1&tx\\_iswaknowledgebase\\_list%5Bsorting%5D=crdate&cHash=0ae6b4b4fdb0304b4e85ac8a4bbbed012b](https://www.iswa.org/media/publications/knowledge-base/login-and-registration/kb_account//5206/?tx_iswaknowledgebase_filter%5Bcategories%5D=all&tx_iswaknowledgebase_filter%5Bmaincategories%5D=0%2C1&tx_iswaknowledgebase_searchbox%5Bsearchphrase%5D=-co-processing&tx_iswaknowledgebase_list%5Bpage%5D=1&tx_iswaknowledgebase_list%5Bsorting%5D=crdate&cHash=0ae6b4b4fdb0304b4e85ac8a4bbbed012b). Consultado 28 enero 2019.
- Hinshaw, D. 2015. How Plastic Bags Are Clogging Accra, Exacerbating Deadly Floods. News Ghana. junio 23. <https://www.newsghana.com.gh/how-plastic-bags-are-clogging-accra-exacerbating-deadly-floods/>. Consultado 7 noviembre 2019.
- IAEA. 2008. Guidelines for Sustainable Manure Management in Asian Livestock Production Systems. mayo. Agencia Internacional de Energía Atómica. [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE\\_1582\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE_1582_web.pdf). Consultado 11 noviembre 2019.
- IDB. 2016. Solid Waste Management in the Caribbean: Proceedings from the Caribbean Solid Waste Conference. abril. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://pdfs.semanticscholar.org/7617/f0c0a0cca771a39bb-6510232d980953975a9.pdf>. Consultado 28 enero 2020.
- IFC. 2013. Public-Private Partnership Stories. West Bank & Gaza: Solid Waste Management. Corporación Financiera Internacional, Washington, DC. noviembre. [https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/e9b7ed6a-c842-473a-b35b-9365b99699a0/PPPStories\\_WestBankGaza\\_SolidWasteManagement.pdf?MOD=AJPERES&CVID=IHIBKti](https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/e9b7ed6a-c842-473a-b35b-9365b99699a0/PPPStories_WestBankGaza_SolidWasteManagement.pdf?MOD=AJPERES&CVID=IHIBKti). Consultado 19 mayo 2020.
- IGES. 2019. Challenges and an Implementation Framework for Sustainable Municipal Organic Waste Management Using Biogas Technology in Emerging Asian Countries. Instituto de Estrategias Ambientales Globales. <https://www.iges.or.jp/en/pub/challenges-and-implementation-framework-sustainable-municipal-organic-waste-management-using>. Consultado 1 mayo 2020.



- IGES y PNUMA. 2017. Planning and Implementation of Integrated Solid Waste Management Strategies at the Local Level: The Case of Cebu City. Instituto de Estrategias Ambientales Globales y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. [https://www.iges.or.jp/en/publication\\_documents/pub/training/en/6039/CCET+Cebu+Case+Study\\_PrintingVer0718\\_2.pdf](https://www.iges.or.jp/en/publication_documents/pub/training/en/6039/CCET+Cebu+Case+Study_PrintingVer0718_2.pdf). Consultado 1 mayo 2020.
- IGES y PNUMA. 2018. Participatory Waste Management Approach for Climate Change Mitigation: The Case of Battambang City. Instituto de Estrategias Ambientales Globales y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/case-study-battambang-cambodia-ccet>. Consultado 4 febrero 2020.
- IGES y PNUMA. 2020. Strategies to Reduce Marine Plastic Pollution from Land-Based Sources in Low and Middle-Income Countries. Instituto de Estrategias Ambientales Globales y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <https://www.iges.or.jp/en/pub/strategies-reduce-marine-plastic-pollution-land-based-sources-low-and-middle-income-countries>. Consultado 1 mayo 2020.
- ILO. 2019. A First Step Towards Improving Working Conditions of Waste Pickers in Senegal. Organización Internacional del Trabajo. [https://www.ilo.org/global/topics/cooperatives/news/WCMS\\_721510/lang-en/index.htm](https://www.ilo.org/global/topics/cooperatives/news/WCMS_721510/lang-en/index.htm). Consultado 3 febrero 2020.
- ISO. 2020. Recycling. Organización Internacional de Normalización. <https://www.iso.org/ics/13.030.50/x/>. Consultado 27 abril 2020.
- ISWA. 2010. Landfill Operational Guidelines. 2nd Edition. Asociación Internacional de Residuos Sólidos Grupo de trabajo sobre vertederos. enero. [http://www.iswa.org/index.php?eID=tx\\_iswaknowledgebase\\_download&documentUid=1449](http://www.iswa.org/index.php?eID=tx_iswaknowledgebase_download&documentUid=1449). Consultado 7 noviembre 2019.
- ISWA. 2011. International Guidelines for Landfill Evaluation. Asociación Internacional de Residuos Sólidos Grupo de trabajo sobre vertederos. septiembre. [http://www.iswa.org/index.php?eID=tx\\_iswaknowledgebase\\_download&documentUid=2136](http://www.iswa.org/index.php?eID=tx_iswaknowledgebase_download&documentUid=2136). Consultado 7 noviembre 2019.
- ISWA. 2013a. Food Waste as a Global Issue – from the Perspective of Municipal Solid Waste Management. Key Issue Paper. julio. Asociación Internacional de Residuos Sólidos Grupo de Trabajo sobre Tratamiento Biológico de Residuos. [https://www.iswa.org/index.php?eID=tx\\_bee4memberships\\_download&fileUid=185](https://www.iswa.org/index.php?eID=tx_bee4memberships_download&fileUid=185). Consultado 7 noviembre 2019.
- ISWA. 2013b. ISWA Guidelines: Waste to Energy in Low and Middle Income Countries. agosto. Asociación Internacional de Residuos Sólidos Grupo de trabajo sobre recuperación de energía. [http://www.iswa.org/index.php?eID=tx\\_iswaknowledgebase\\_download&documentUid=3252](http://www.iswa.org/index.php?eID=tx_iswaknowledgebase_download&documentUid=3252). Consultado 7 noviembre 2019.
- ISWA. 2015. Wasted Health: The Tragic Case of Dumpsites. junio. Asociación Internacional de Residuos Sólidos Científico y Programa de trabajo del comité técnico 2014–2015. [https://www.iswa.org/fileadmin/galleries/Task\\_Forces/THE\\_TRAGIC\\_CASE\\_OF\\_DUMPSITES.pdf](https://www.iswa.org/fileadmin/galleries/Task_Forces/THE_TRAGIC_CASE_OF_DUMPSITES.pdf). Consultado 29 abril 2020.
- ISWA. 2016. A Roadmap for Closing Waste Dumpsites: The World's Most Polluted Places. Asociación Internacional de Residuos Sólidos. [https://www.iswa.org/fileadmin/galleries/About%20ISWA/ISWA\\_Roadmap\\_Report.pdf](https://www.iswa.org/fileadmin/galleries/About%20ISWA/ISWA_Roadmap_Report.pdf). Consultado 7 noviembre 2019.
- ISWA. 2017a. Closing Dumpsites Knowledge Base. Asociación Internacional de Residuos Sólidos. <http://closingdumpsites.iswa.org/get-support/knowledge-base/>. Consultado 28 octubre 2019.
- ISWA. 2017b. Let's Close the World's Biggest Dumpsites! Asociación Internacional de Residuos Sólidos. <http://closingdumpsites.iswa.org/>. Consultado 28 octubre 2019.





- ISWA. 2017c. Primer for Cities for Accessing Financing for Municipal Solid Waste Projects. Asociación Internacional de Residuos Sólidos. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/primer-cities-accessing-financing-municipal-solid-waste-projects>. Consultado 7 noviembre 2019.
- ISWA. 2019. Landfill Operational Guidelines. Asociación Internacional de Residuos Sólidos. [https://www.iswa.org/index.php?eID=tx\\_iswaknowledgebase\\_download&documentUid=5237](https://www.iswa.org/index.php?eID=tx_iswaknowledgebase_download&documentUid=5237). Consultado 27 abril 2020.
- Jakobsen, L.G. 2012. Waste Characterization in Rural Areas in Developing Countries with a Case Study in Sundarban, West Bengal, India. junio. Tesis de licenciatura, DTU Environment. <http://www.innoaid.org/wp-content/uploads/2014/09/Line-Geest-Jakobsen-s091672-Waste-Characterization-in-Rural-Areas-in-Developing-Countries-with-a-Case-Study-in-Sundarban-West-Bengal-India.pdf>. Consultado 7 noviembre 2019.
- JICA. 2012. Data Collection Survey on Solid Waste Management Sector in the Central American and Caribbean Region. Agencia Japonesa de Cooperación Internacional. [http://open\\_jicareport.jica.go.jp/pdf/12091898.pdf](http://open_jicareport.jica.go.jp/pdf/12091898.pdf). Consultado 11 noviembre 2019.
- Johannessen, L.M. y G. Boyer. 1999. Observations of Solid Waste Landfills in Developing Countries: Africa, Asia, and Latin America. Banco Mundial. <https://pdfs.semanticscholar.org/55c1/847025be7a9162f87ee3df9e30fabeb5dc08.pdf>. Consultado 11 noviembre 2019.
- Karthik, D. 2018. QR Code to Track Trichy's Waste Collection. Time of India. septiembre 2. <https://timesofindia.india-times.com/city/trichy/qr-code-to-track-trichys-waste-collection/articleshow/65640238.cms>. Consultado 7 noviembre 2019.
- Kaza, S., L. Yao, P. Bhada-Tata, y F. Van Woerden. 2018. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Banco Mundial, Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>. Consultado 7 noviembre 2019.
- Kogler, T. 2007. Waste Collection: A Report. Asociación Internacional de Residuos Sólidos. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/waste-collection>. Consultado 7 noviembre 2019.
- Kojima, M., A. Yoshida, y S. Sasaki. 2009. Difficulties in applying extended producer responsibility policies in developing countries: Case studies in e-waste recycling in China and Thailand. *Journal of Material Cycles and Waste Management* 11:263–269.
- Komakech, A., N. Banadda, J. Kinobe, L. Kasisira, C. Sundberg, G. Gebresenbet, y B. Vinneras. 2014. Characterization of municipal solid waste in Kampala, Uganda. *Journal of the Air & Waste Management Association* 64:340–348. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10962247.2013.861373>. Consultado 4 febrero 2020.
- Malomo, G., A. Madugu, y S. Bolu. 2013. Sustainable animal manure management strategies and practices. En *Agricultural Waste and Residues*. pp. 119–137. <https://www.intechopen.com/books/agricultural-waste-and-residues/sustainable-animal-manure-management-strategies-and-practices>. Consultado 4 febrero 2020.
- Matthews, E., C. Amann, S. Bringezu, M. Fischer-Kowalski, W. Huttler, R. Kleijn, Y. Moriguchi, C. Ottke, E. Rodenburg, D. Rogich, H. Schandl, H. Schütz, E. Van der Voet, y H. Weisz. 2000. *The Weight of Nations: Material Outflows from Industrial Economies*. Instituto de Recursos Mundiales, Washington, DC. [http://pdf.wri.org/weight\\_of\\_nations.pdf](http://pdf.wri.org/weight_of_nations.pdf). Consultado 7 noviembre 2019.
- Munawar, E. y J. Fellner. 2013. Guidelines for Design and Operation of Municipal Solid Waste Landfills in Tropical Climates. febrero. Asociación Internacional de Residuos Sólidos. [http://www.iswa.org/index.php?eID=tx\\_iswaknowledgebase\\_download&documentUid=3159](http://www.iswa.org/index.php?eID=tx_iswaknowledgebase_download&documentUid=3159). Consultado 7 noviembre 2019.



- Mutz, D., D. Hengevoss, C. Hugli, y T. Gross. 2017. Waste-to-Energy Options in Municipal Solid Waste Management. A Guide for Decision Makers in Developing and Emerging Countries. mayo. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn. [https://www.giz.de/en/downloads/GIZ\\_WasteToEnergy\\_Guidelines\\_2017.pdf](https://www.giz.de/en/downloads/GIZ_WasteToEnergy_Guidelines_2017.pdf). Consultado 7 noviembre 2019.
- Njoku, N., J. Lamond, G. Everett, y P. Manu. 2015. An Overview of Municipal Solid Waste Management in Developing and Developed Economies: Analysis of Practices and Contributions to Urban Flooding in Sub-Saharan Africa. Presentado en 12th International Post-Graduate Research Conference en Salford, Reino Unido. [https://www.researchgate.net/publication/279868600\\_An\\_Overview\\_of\\_Municipal\\_Solid\\_Waste\\_Management\\_in\\_Developing\\_and\\_Developed\\_Economies\\_Analysis\\_of\\_Practices\\_and\\_Contributions\\_to\\_Urban\\_Flooding\\_in\\_Sub-Saharan\\_Africa](https://www.researchgate.net/publication/279868600_An_Overview_of_Municipal_Solid_Waste_Management_in_Developing_and_Developed_Economies_Analysis_of_Practices_and_Contributions_to_Urban_Flooding_in_Sub-Saharan_Africa). Consultado 11 noviembre 2019.
- NOAA. 2019. Sources. Programa de Desechos Marinos de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, Oficina de Respuesta y Restauración. Revised 6 noviembre 2019. <https://marinedebris.noaa.gov/types-and-sources/sources>. Consultado 7 noviembre 2019.
- Ocean Conservancy. 2019. Fighting for Trash Free Seas: Ending the Flow of Trash at the Source. <https://oceanconservancy.org/trash-free-seas/>. Consultado 22 octubre 2019.
- Ocean Conservancy y Alianza Trash Free Seas. 2019. Plastics Policy Playbook: Strategies for a Plastic-Free Ocean. <https://oceanconservancy.org/wp-content/uploads/2019/10/Plastics-Policy-Playbook-10.17.19.pdf>. Consultado 31 enero 2020.
- OECD LEED Programme. 2014. Chile's Pathway to Green Growth: Measuring Progress at Local Level. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. [https://www.oecd.org/cfe/leed/Green\\_growth\\_Chile\\_Final2014.pdf](https://www.oecd.org/cfe/leed/Green_growth_Chile_Final2014.pdf). Consultado 7 noviembre 2019.
- O'Leary, P. y P. Walsh. 1991. Example Sanitary Landfill Design Illustration. Reimpreso de Waste Age artículos del curso por correspondencia. Centro educativo de residuos sólidos y peligrosos de la Universidad de Wisconsin - Madison.
- Pehlken, A. y E. Essadiqi. 2005. Scrap Tire Recycling in Canada. agosto. Laboratorio de Tecnología de Materiales CAN-MET. <https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/mineralsmetals/pdf/mms-smm/busi-indu/rad-rad/pdf/scr-tir-rec-peh-eng.pdf>. Consultado 11 noviembre 2019.
- PETCO. 2020. PETCO website. <https://petco.co.za/>. Consultado 28 enero 2020.
- PPP Knowledge Lab. 2019. What is a PPP: Defining "Public-Private Partnership." Banco Mundial. <https://pppknowledge.org/guide/sections/3-what-is-a-ppp-defining-public-private-partnership>. Consultado 7 noviembre 2019.
- Reciclo Organicos. 2020. Reciclo Organicos Program. <https://www.reciclorganicos.com/>. Consultado 1 mayo 2020.
- Richards, E. y D. Haynes. 2014. Solid waste management in Pacific Island countries and territories. En *Municipal Solid Waste Management in Asia and the Pacific Islands*, editado por A. Pariatamby y M. Tanaka. Springer, Singapur. pp. 255–279. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-4451-73-4\\_13](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-4451-73-4_13). Consultado 11 noviembre 2019.
- Savage, G.M., L.F. Diaz, C.G. Golueke, y C. Martone. 1998. Guidance for Landfilling Waste in Economically Developing Countries. EPA-600/R-09-040. abril. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=91017GP2.txt>. Consultado 7 noviembre 2019.
- Shuster, K.A. 1974. A Five Stage Improvement Process for Solid Waste Collection Systems. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, Washington, DC. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/9100RVVR.PDF?Dockey=9100RVVR.PDF>. Consultado 7 noviembre 2019.
- Skoll. 2006. Ciudad Saludable. Skoll Awardee Profile: Organization Overview. Skoll. <http://skoll.org/organization/ciudad-saludable/>. Consultado 3 febrero 2020.



- Tchobanoglous, G. y F. Kreith. 2002. Handbook of Solid Waste Management. Second Edition. McGraw-Hill, New York. <https://sanitarac.pro/wp-content/uploads/2017/07/Solid-Waste-Management.pdf>. Consultado 7 noviembre 2019.
- TERI. 2020a. Composting and Anaerobic Digestion: Promising Technologies for Organic Waste Management. El Instituto de Energía y Recursos. <https://www.teriin.org/sites/default/files/files/white-paper-composting-anaerobic-digestion.pdf>. Consultado 1 mayo 2020.
- TERI. 2020b. Waste. El Instituto de Energía y Recursos. <https://www.teriin.org/waste>. Consultado 1 mayo 2020.
- PNUMA. 2005a. Solid Waste Management. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y CalRecovery Inc. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30733/SWM1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Consultado 7 noviembre 2019.
- PNUMA. 2005b. Training Module: Closing an Open Dumpsite y Shifting from Open Dumping to Controlled Dumping y to Sanitary Land Filling. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8444/SPC\\_Training\\_Module\\_1.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8444/SPC_Training_Module_1.pdf?sequence=3&isAllowed=y). Consultado 7 noviembre 2019.
- PNUMA. 2009a. Developing Integrated Solid Waste Management Plan, Training Manual; Volume 1: Waste Characterization and Quantification with Projections for Future. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. [http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7502/ISWMPan\\_Vol1.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7502/ISWMPan_Vol1.pdf?sequence=3&isAllowed=y). Consultado 7 noviembre 2019.
- PNUMA. 2009b. Developing Integrated Solid Waste Management Plan, Training Manual; Volume 2: Assessment of Current Waste Management System and Gaps Therein. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7609/ISWMPan\\_Vol2.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7609/ISWMPan_Vol2.pdf?sequence=3&isAllowed=y). Consultado 7 noviembre 2019.
- PNUMA. 2009c. Developing Integrated Solid Waste Management Plan, Training Manual; Volume 4: ISWM Plan. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. [http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7770/ISWM-Plan\\_Vol4.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7770/ISWM-Plan_Vol4.pdf?sequence=3&isAllowed=y). Consultado 7 noviembre 2019.
- PNUMA. 2011. Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Used and Waste Pneumatic Tyres. octubre. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <https://digitalibrary.un.org/record/750929?ln=en>. Consultado 11 noviembre 2019.
- PNUMA. 2013. Revised Guideline on Environmentally Sound Material Recovery and Recycling of End-of-Life Computing Equipment. <http://www.basel.int/Portals/4/download.aspx?d=UNEP-CHW.11-INF-13-Rev.1.English.pdf>. Consultado 11 noviembre 2019.
- PNUMA. 2015. Practical Sourcebook on Mercury Waste Storage and Disposal. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. noviembre. [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9839/-Practical\\_Sourcebook\\_on\\_Mercury\\_Waste\\_Storage\\_and\\_Disposal-2015Sourcebook\\_Mercruy\\_FINAL\\_web.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9839/-Practical_Sourcebook_on_Mercury_Waste_Storage_and_Disposal-2015Sourcebook_Mercruy_FINAL_web.pdf?sequence=3&isAllowed=y). Consultado 21 mayo 2020.
- PNUMA. 2018a. Disaster Waste Management Policy/Strategy Nepal. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. noviembre. <https://www.unenvironment.org/ietc/resources/policy-and-strategy/disaster-waste-management-policystrategy-nepal>. Consultado 19 mayo 2020.
- PNUMA. 2018b. Single-Use Plastics: A Roadmap for Sustainability. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25496/singleUsePlastic\\_sustainability.pdf](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25496/singleUsePlastic_sustainability.pdf). Consultado 28 enero 2020.





- PNUMA. 2018c. Waste Management Outlook for Latin American and the Caribbean. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26448/Residuos\\_LAC\\_EN.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26448/Residuos_LAC_EN.pdf?sequence=2&isAllowed=y). Consultado 31 enero 2020.
- PNUMA. 2019. Waste-to-Energy: Considerations for Informed Decision-Making. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/28413/WTEfull.pdf?sequence=E2%80%A6>. Consultado 7 noviembre 2019.
- PNUMA. Undated(a). Global Partnership on Marine Litter. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <https://www.unenvironment.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/addressing-land-based-pollution/global-partnership-marine>. Consultado 22 octubre 2019.
- PNUMA. Undated(b). Lead Acid Batteries. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <https://www.unenvironment.org/sw/node/8126>. Consultado 11 noviembre 2019.
- PNUMA. Undated(c). The Caribbean Environment Programme and Cartagena Convention Secretariat. Protecting our Caribbean Sea and Sustaining Our Future. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <https://www.unenvironment.org/cep/>. Consultado 22 octubre 2019.
- PNUMA. Undated(d). Training Manual for the Preparation of Used Lead Acid Batteries National Management Plans. Basel Convention Training Manual. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. [https://www.minzp.sk/files/oblasti/odpady-a-obaly/medzinarodne-dohovory/publikacie-bazilejskeho-dohovoru/12-Lead-acid\\_Batteries\\_Training.pdf](https://www.minzp.sk/files/oblasti/odpady-a-obaly/medzinarodne-dohovory/publikacie-bazilejskeho-dohovoru/12-Lead-acid_Batteries_Training.pdf). Consultado 11 noviembre 2019.
- PNUMA y ISWA. 2015. Global Waste Management Outlook. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Asociación Internacional de Residuos Sólidos. [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9672/-Global\\_Waste\\_Management\\_Outlook-2015Global\\_Waste\\_Management\\_Outlook.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9672/-Global_Waste_Management_Outlook-2015Global_Waste_Management_Outlook.pdf?sequence=3&isAllowed=y). Consultado 7 noviembre 2019.
- ONU-Hábitat. 2010. Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries. <https://www.ccacoalition.org/en/resources/collection-municipal-solid-waste-developing-countries>. Consultado 7 noviembre 2019.
- ONU-Hábitat. 2011. Recycling and Disposal of Municipal Solid Waste in Low and Middle-Income Countries. Perspectives for Municipal Managers and Environment Agencies. ONU-Hábitat, Kenia. <http://mirror.unhabitat.org/downloads/docs/Recycling%20and%20disposal%20of%20solid%20waste%20in%20low%20and%20middle-income%20countries.pdf>. Consultado 7 noviembre 2019.
- Unilever Indonesia. Sin fecha. Environment Programme. <https://www.unilever.co.id/en/about/unilever-indonesia-foundation/environment-programme.html>. Consultado 28 octubre 2019.
- Universidad de Texas en Arlington. 2015. Mission. Centro de Investigación Organizado de Excelencia - Instituto de Residuos Sólidos para la Sostenibilidad. <https://www.uta.edu/swis/index.html>. Consultado 19 mayo 2020.
- USAID. 2015. Sector Environmental Guidelines Healthcare Waste. Agencia de EE. UU. para el Desarrollo Internacional. Partial Update 2015. <https://www.usaid.gov/environmental-procedures/sectoral-environmental-social-best-practices/seg-healthcare-waste/pdf>. Consultado 11 noviembre 2019.
- USAID. 2018. Sector Environmental Guideline: Solid Waste. Agencia de EE. UU. para el Desarrollo Internacional. Full Technical Update diciembre. [https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1860/SectorEnvironmentalGuidelines\\_SolidWaste\\_2018.pdf](https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1860/SectorEnvironmentalGuidelines_SolidWaste_2018.pdf). Consultado 7 noviembre 2019.
- USAID. 2019a. Global Development Alliances. Actualizado 12 abril. Agencia de EE. UU. para el Desarrollo Internacional. <https://www.usaid.gov/gda>. Consultado 7 noviembre 2019.



USAID. 2019b. Reducing Mismanaged Plastic Waste through Healthier Waste Entrepreneurs. junio. Agencia de EE. UU. para el Desarrollo Internacional. <https://www.usaid.gov/gda>. Consultado 21 mayo 2019.

USAID. 2019c. Sector Environmental Guidelines: Healthcare Waste. Full Technical Update. Agencia de EE. UU. para el Desarrollo Internacional. noviembre. [https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1864/FINAL\\_HCW\\_SEG\\_508\\_12.02.19.pdf](https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1864/FINAL_HCW_SEG_508_12.02.19.pdf). Consultado 21 mayo 2020.

USAID. Sin fecha. Environmental Guidelines for the USAID Latin America and Caribbean Bureau. Agencia de EE. UU. para el Desarrollo Internacional. <https://usaidgems.org/sectorGuidelinesLAC.htm>. Consultado 11 noviembre 2019.

U.S. DOE. 2019. Waste-to-Energy from Municipal Solid Wastes. agosto. Agencia de EE. UU. para el Desarrollo Internacional. <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2019/08/f66/BETO--Waste-to-Energy-Report-August--2019.pdf>. Consultado 28 enero 2020.

EPA de EE. UU. 1995. Decision-Maker's Guide to Solid Waste Management, Volume II. EPA530-R-95-023. agosto. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, Washington, DC. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/10000VWJ.PD-F?Dockey=10000VWJ.PDF>. Consultado 7 noviembre 2019.

EPA de EE. UU. 2002a. Solid Waste Management: A Local Challenge with Global Impacts. EPA530-F-02-026. mayo. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, Washington, DC. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=10000KWD.txt>. Consultado 7 noviembre 2019.

EPA de EE. UU. 2002b. Waste Transfer Stations: A Manual for Decision-Making. EPA530-R-02-002. junio. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, Washington, DC. <https://www.epa.gov/landfills/waste-transfer-stations-manual-decision-making>. Consultado 7 noviembre 2019.

EPA de EE. UU. 2009. Sustainable Materials Management: The Road Ahead. EPA530-R-09-009. junio. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, Washington, DC. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/vision2.pdf>. Consultado 7 noviembre 2019.

EPA de EE. UU. 2010. Scrap Tires: Handbook on Recycling Applications and Management for the U.S. and Mexico. EPA530-R-10-010. diciembre. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, Washington, DC. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P100ACUU.PDF?Dockey=P100ACUU.PDF>. Consultado 11 noviembre 2019.

EPA de EE. UU. 2011. International Environmental Finance Tools. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=P100B9IY.TXT>. Consultado 7 February 2020.

EPA de EE. UU. 2015. Best Management Practices for Optimizing Waste Collection Routes. Memorandum, febrero 12, from Sandra Mazo-Nix y Dana Murray, SCS Engineers, to Zaidoun ElQasem. Para Coalición de Aire Limpio y Clima, Amman, Jordania. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/best-management-practices-optimizing-waste-collection-routes>. Consultado 7 noviembre 2019.

EPA de EE. UU. 2016a. Environmental Factoids. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. <https://archive.epa.gov/epawaste/conservation/smm/wastewise/web/html/factoid.html>. Consultado 3 febrero 2020.

EPA de EE. UU. 2016b. Frequent Questions about Anaerobic Digestion. Last Actualizado 3 octubre 2016. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. <https://www.epa.gov/anaerobic-digestion/frequent-questions-about-anaerobic-digestion>. Consultado 7 noviembre 2019.

EPA de EE. UU. 2016c. OrganEcs – Cost Estimating Tool for Managing Source-Separated Organic Waste – Version 2.1. Para Coalición de Aire Limpio y Clima. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/organecs-cost-estimating-tool-managing-source-separated-organic-waste-version-21>. Consultado 7 noviembre 2019.



- EPA de EE. UU. 2016d. Wastes - Non-Hazardous Waste - Municipal Solid Waste. Last Actualizado 26 marzo 2016. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. <https://archive.epa.gov/epawaste/nonhaz/municipal/web/html>. Consultado 28 enero 2020.
- EPA de EE. UU. 2016e. Wastes – Resource Conservation – Common Wastes & Materials – Scrap Tires. Tire-Derived Fuel. Last Actualizado 22 febrero 2016. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. <https://archive.epa.gov/epawaste/conserva/materials/tires/web/html/tdf.html>. Consultado 7 noviembre 2019.
- EPA de EE. UU. 2017a. Ghazipur Landfill Rehabilitation Report. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, Washington, DC. <https://www.ccacoalition.org/en/resources/ghazipur-landfill-rehabilitation-report>. Consultado 7 noviembre 2019.
- EPA de EE. UU. 2017b. Improving Solid Waste Disposal in San Cristobal Municipality, Dominican Republic. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. [https://response.epa.gov/sites/14055/files/CAFTA-DRSanCristobal\\_ENGLISH\\_2018-09-28.pdf](https://response.epa.gov/sites/14055/files/CAFTA-DRSanCristobal_ENGLISH_2018-09-28.pdf). Consultado 31 enero 2020.
- EPA de EE. UU. 2017c. Managing and Transforming Waste Streams: A Tool for Communities. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. <https://www.epa.gov/transforming-waste-tool/managing-and-transforming-waste-streams-tool>. Consultado 7 noviembre 2019.
- EPA de EE. UU. 2017d. Public Participation Guide. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, Washington, DC. <https://www.epa.gov/international-cooperation/public-participation-guide>. Consultado 7 noviembre 2019.
- EPA de EE. UU. 2017e. Rio De Janeiro, Brazil: Mitigating Methane and Black Carbon from the Municipal Solid Waste Sector. Case Study. Para Coalición de Aire Limpio y Clima. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/case-study-rio-de-janeiro-brazil-ccac-waste-initiative>. Consultado 7 noviembre 2019.
- EPA de EE. UU. 2017f. Sustainable Materials Management: Non-Hazardous Materials and Waste Management Hierarchy. Actualizado 10 agosto 2017. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. <https://www.epa.gov/smm/sustainable-materials-management-non-hazardous-materials-and-waste-management-hierarchy>. Consultado 7 noviembre 2019.
- EPA de EE. UU. 2018a. Basic Information about Anaerobic Digestion (AD). Actualizado 5 septiembre 2018. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. <https://www.epa.gov/anaerobic-digestion/basic-information-about-anaerobic-digestion-ad#HowADworks>. Consultado 7 noviembre 2019.
- EPA de EE. UU. 2018b. Coalition Partners Assist Naucalpan, Mexico in Analyzing Waste Stream. Results to Inform Development of New Biogas Project. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos Coalición de Aire Limpio y Clima. <https://ccacoalition.org/en/news/coalition-partners-assist-naucalpan-mexico-analyzing-waste-stream>. Consultado 7 noviembre 2019.
- EPA de EE. UU. 2018c. Improving Solid Waste Disposal in San Cristobal Municipality, Dominican Republic. U.S. Environmental Protection Agency. [https://response.epa.gov/sites/14055/files/CAFTA-DRSanCristobal\\_ENGLISH\\_2018-09-28.pdf](https://response.epa.gov/sites/14055/files/CAFTA-DRSanCristobal_ENGLISH_2018-09-28.pdf). Consultado 28 enero 2020.
- EPA de EE. UU. 2018d. Municipal Solid Waste Landfills. Actualizado 13 septiembre 2018. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. <https://www.epa.gov/landfills/municipal-solid-waste-landfills>. Consultado 7 noviembre 2019.





- EPA de EE. UU. 2018e. Sustainable Materials Management Options for Construction and Demolition Debris. EPA-A/601/R-18/001. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, Cincinnati, OH. noviembre. [https://cfpub.epa.gov/si/si\\_public\\_record\\_report.cfm?dirEntryId=342507&Lab=NRMRL&subject=Health%20Research&showCriteria=0&searchAll=Waste%20Management%20or%20Nitrogen%20Management%20or%20Contaminated%20Sites%20or%20Ground%20Water%20or%20Materials%20Manage](https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?dirEntryId=342507&Lab=NRMRL&subject=Health%20Research&showCriteria=0&searchAll=Waste%20Management%20or%20Nitrogen%20Management%20or%20Contaminated%20Sites%20or%20Ground%20Water%20or%20Materials%20Manage). Consultado 11 noviembre 2019.
- EPA de EE. UU. 2018f. Waste Characterization Best Practices Guidance. Versión preliminar. Preparado por Abt Associates y SCS Engineers for the Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos Coalición de Aire Limpio y Clima.
- EPA de EE. UU. 2019a. Energy Recovery from the Combustion of Municipal Solid Waste (MSW). Actualizado 22 octubre 2019. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. <https://www.epa.gov/smm/energy-recovery-combustion-municipal-solid-waste-msw>. Consultado 7 noviembre 2019.
- EPA de EE. UU. 2019b. Household Hazardous Waste (HHW). Actualizado 2 mayo 2019. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. <https://www.epa.gov/hw/household-hazardous-waste-hhw>. Consultado 11 noviembre 2019.
- EPA de EE. UU. 2019c. Landfill Gas Basics. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. <https://www.epa.gov/lmop/basic-information-about-landfill-gas>. Consultado 31 enero 2020.
- EPA de EE. UU. 2020a. Anaerobic Digestion (AD) website. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. <https://www.epa.gov/anaerobic-digestion>. Consultado 31 enero 2020.
- EPA de EE. UU. 2020b. Hazardous Waste Generators. Actualizado 22 mayo 2020. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. <https://www.epa.gov/hwgenerators>. Consultado 16 junio 2020.
- EPA de EE. UU. 2020c. Managing Your Hazardous Waste: A Guide for Small Businesses. Actualizado 18 febrero 2020. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. <https://www.epa.gov/hwgenerators/managing-your-hazardous-waste-guide-small-businesses>. Consultado 16 junio 2020.
- WBA/C40. 2018. Global Food Waste Management: An Implementation Guide for Cities. Full Report. Asociación Mundial del Biogas y Ciudades de C40. <http://www.worldbiogasassociation.org/wp-content/uploads/2018/05/Global-Food-Waste-Management-Full-report-pdf.pdf>. Consultado 7 noviembre 2019.
- WEF. 2019. A New Circular Vision for Electronics. Foro Económico Mundial. [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_A\\_New\\_Circular\\_Vision\\_for\\_Electronics.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_A_New_Circular_Vision_for_Electronics.pdf). Consultado 3 febrero 2020.
- WHO. 2014. Safe Management of Wastes from Health-Care Activities. Organización Mundial de la Salud. [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/wastemanag/en/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/wastemanag/en/). Consultado 11 noviembre 2019.
- WHO. 2017. Recycling Used Lead-Acid Batteries: Health Considerations. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/ipcs/publications/ulab/en/>. Consultado 11 noviembre 2019.
- WIEGO. 2019. Annual Report. April 2018–March 2019. Mujeres en Empleo Informal: Globalizyo y Organizyo (WIEGO). marzo. [https://www.wiego.org/sites/default/files/publications/file/WIEGO\\_Annual\\_Report\\_2019.pdf](https://www.wiego.org/sites/default/files/publications/file/WIEGO_Annual_Report_2019.pdf). Consultado 3 febrero 2020.
- WIEGO. 2020. Mujeres en Empleo Informal: Globalizyo y Organizyo. <https://www.wiego.org/>. Consultado 3 febrero 2020.
- Wilson, D.C., C.A. Velis, y L. Rodic. 2013. Integrated sustainable waste management in developing countries. *Waste and Resource Management* 166 (WR2):52–68. <https://www.icevirtuallibrary.com/doi/pdf/10.1680/warm.12.00005>. Consultado 7 noviembre 2019.
- Wilson, D.C., A.O. Araba, K. Chinwah, y C.R. Cheeseman. 2009. Building recycling rates through the informal sector. *Waste Management* 29, no. 2 (29 febrero 2009):629–635. 10.1016/j.wasman.2008.06.016.



Banco Mundial. 2014. Results-Based Financing for Municipal Solid Waste. Banco Mundial. <http://documents.worldbank.org/curated/en/237191468330923040/pdf/918610v20WP0FM0BE0CATALOGED0BY0WED0.pdf>. Consultado 28 enero 2020.

Banco Mundial. 2016. Sustainable Financing and Policy and Models for Municipal Composting. Banco Mundial, Washington, DC. <https://www.waste.ccacoalition.org/document/sustainable-financing-and-policy-models-municipal-composting>. Consultado 4 febrero 2020.

Banco Mundial. 2019a. Municipal Solid Waste (MSW) PPPs. Public-Private-Partnership Legal Resource Center. Banco Mundial. Actualizado 11 julio 2019. <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/sector/solid-waste>. Consultado 7 noviembre 2019.

Banco Mundial. 2019b. What A Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Tackling Increasing Plastic Waste. Banco Mundial. [http://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/tackling\\_increasing\\_plastic\\_waste.html](http://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/tackling_increasing_plastic_waste.html). Consultado 28 octubre 2019.

Banco Mundial. 2019. Lessons from the West Bank's First PPP: Fragile State + Open Mind. marzo 13. <https://blogs.worldbank.org/ppps/lessons-west-bank-s-first-ppp-fragile-state-open-mind>. Consultado 19 mayo 2020.

Yagasa, R. y P. Gamaralalage. 2019. Ecology Note – Towards a Clean and Beautiful Capital City. Instituto de Estrategias Ambientales Globales. <https://www.iges.or.jp/en/pub/ecology-note-towards-clean-green-and-beautiful/en>. Consultado 27 abril 2020.



## Anexo A

# Resumen de recursos clave

Recurso	Organización	Año	Secciones relevantes
<a href="#">Una nueva visión circular para la electrónica [A New Circular Vision for Electronics]</a>	Foro Económico Mundial	2019	<a href="#">Reciclaje</a>
<a href="#">Una hoja de ruta para cerrar los vertederos de residuos: Los lugares más contaminados del mundo [A Roadmap for Closing Waste Dumpsites: The World's Most Polluted Places]</a>	Asociaciones internacionales de los residuos sólidos (ISWA)	2016	<a href="#">Administración de basurales</a>
<a href="#">Herramienta de evaluación de proyectos de digestores anaeróbicos (DA) [Dumpsite Management - Anaerobic Digester (AD) Project Screening Tool]</a>	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA de EE. UU.) y Coalición de Aire Limpio y Clima (CCAC)	2018	<a href="#">Gestión de residuos orgánicos</a>
<a href="#">Mejores prácticas de gestión para optimizar los recorridos de recolección de residuos [Best Management Practices for Optimizing Waste Collection Routes]</a>	EPA y CCAC de los EE. UU.	2015	<a href="#">Separación, recolección y transporte</a>
<a href="#">Mejores prácticas para la caracterización de residuos [Separation, Collection, and Transportation - Best Practices for Waste Characterization]</a>	EPA de EE. UU. y CCAC	2018	<a href="#">Caracterización</a>
<a href="#">Iniciativa de los residuos sólidos urbanos de la coalición de aire limpio y clima [Characterization - Climate and Clean Air Coalition Municipal Solid Waste Knowledge Platform]</a>	CCAC	Undated	<a href="#">Gestión de residuos orgánicos;</a> <a href="#">Administración de basurales;</a> <a href="#">Rellenos sanitarios</a>
<a href="#">Base de conocimiento del cierre de vertederos [Closing Dumpsites Knowledge Base]</a>	ISWA	2017	<a href="#">Administración de basurales</a>
<a href="#">Recolección de los residuos sólidos municipales en países en vías de desarrollo [Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries]</a>	ONU-Habitat	2011	<a href="#">Separación, recolección y transporte</a>
<a href="#">Foro de bienes de consumo: residuos alimentarios [Consumer Goods Forum: Food Waste]</a>	Foro de Bienes de Consumo	2020	<a href="#">Prevención y minimización</a>
<a href="#">La guía de gestión de los residuos sólidos de los responsables de la toma de decisiones. Volumen II [Decision-Maker's Guide to Solid Waste Management, Volume II]</a>	EPA de EE. UU.	1995	<a href="#">Participación de las partes interesadas;</a> <a href="#">Sistemas de planificación</a>





Recurso	Organización	Año	Secciones relevantes
<a href="#">Desarrollo del plan integrado de gestión de los residuos sólidos, manual de capacitación; Volumen 1: Caracterización y cuantificación de residuos con proyecciones para el futuro [Developing Integrated Solid Waste Management Plan, Training Manual; Volume 1: Waste Characterization and Quantification with Projections for Future]</a>	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente	2009	<a href="#">Caracterización</a>
<a href="#">Desarrollo del plan integrado de gestión de los residuos sólidos; Volumen 2: Evaluación del sistema actual de gestión de residuos y brechas en el mismo [Developing Integrated Solid Waste Management Plan; Volume 2: Assessment of Current Waste Management System and Gaps Therein]</a>	PNUMA	2009	<a href="#">Sistemas de planificación</a>
<a href="#">Desarrollo del plan integrado de gestión de residuos sólidos, manual de capacitación; Volumen 4: Plan integrado de gestión de residuos sólidos [Developing Integrated Solid Waste Management Plan, Training Manual; Volume 4: Integrated Solid Waste Management Plan]</a>	PNUMA	2009	<a href="#">Sistemas de planificación</a>
<a href="#">Explicación: ¿Cómo financiar la infraestructura urbana? [Explainer: How to Finance Urban Infrastructure?]</a>	Ciudades de C40	2017	<a href="#">Consideraciones económicas</a>
<a href="#">Lucha por mares sin basura: Finalización del flujo de basura en origen [Fighting for Trash Free Seas: Ending the Flow of Trash at the Source]</a>	Ocean Conservancy	2019	<a href="#">Basura marina</a>
<a href="#">Cuestionario de preparación financiera [Financing Readiness Questionnaire]</a>	EPA de EE. UU. y CCAC	2018	<a href="#">Consideraciones económicas</a>
<a href="#">Informes de análisis y hojas informativas de la pérdida de alimentos [Food Loss Analysis Reports and Fact Sheets]</a>	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura	2020	<a href="#">Prevención y minimización</a>
<a href="#">Los residuos alimentarios como un problema global: desde la perspectiva de la gestión de los residuos sólidos municipales [Food Waste as a Global Issue – From the Perspective of Municipal Solid Waste Management]</a>	ISWA	2013	<a href="#">Prevención y minimización</a>
<a href="#">Alianza global de recolectores de residuos [Global Alliance of Waste Pickers]</a>	Alianza Global de Recolectores de Residuos	Sin fecha	<a href="#">Reciclaje en el sector informal</a>
<a href="#">Perspectiva global de la gestión de residuos [Global Waste Management Outlook]</a>	PNUMA e ISWA	2015	<a href="#">Comprensión de la necesidad de gestionar los residuos sólidos</a>
<a href="#">Alianzas globales de desarrollo [Global Development Alliances]</a>	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional	2019a	<a href="#">Consideraciones económicas</a>



Recurso	Organización	Año	Secciones relevantes
<a href="#">Gestión global de residuos alimenticios: Guía de implementación para las ciudades [Global Food Waste Management: An Implementation Guide for Cities]</a>	Asociación Mundial de Biogas y Ciudades C40	2018	<a href="#">Gestión de residuos orgánicos</a>
<a href="#">Iniciativa Global de Metano Recursos y herramientas de biogás [Global Methane Initiative: Biogas Tools and Resources]</a>	Iniciativa Global de Metano	2020	<a href="#">Gestión de residuos orgánicos;</a> <a href="#">Rellenos sanitarios</a>
<a href="#">Asociación global sobre los residuos marinos [Global Partnership on Marine Litter]</a>	PNUMA	Sin fecha	<a href="#">Basura marina</a>
<a href="#">Perspectiva global de la gestión de residuos [Global Waste Management Outlook]</a>	PNUMA	2015	<a href="#">Sistemas de planificación</a>
<a href="#">Manual de gestión de residuos sólidos municipales del gobierno de la India - Capítulo 4.5: Rellenos sanitarios municipales [Government of India Municipal Solid Waste Management Manual - Chapter 4.5: Municipal Sanitary Landfills]</a>	Organización Central de Salud Pública e Ingeniería Ambiental	2016	<a href="#">Rellenos sanitarios</a>
<a href="#">Manual de comunicación y participación para la gestión de residuos sólidos [Handbook on Communication and Engagement for Solid Waste Management]</a>	Asociación Brasileña de Empresas de Limpieza Pública y Gestión de residuos y CCAC	2017	<a href="#">Inclusión de las partes interesadas</a>
<a href="#">Mejora de la eliminación de los residuos sólidos en el municipio de San Cristóbal, República Dominicana [Improving Solid Waste Disposal in San Cristobal Municipality, Dominican Republic]</a>	EPA de EE. UU.	2018	<a href="#">Sistemas de planificación;</a> <a href="#">Administración de basurales;</a> <a href="#">Rellenos sanitarios</a>
<a href="#">Guía internacional de mejores prácticas para proyectos de energía de gas de vertederos [International Best Practices Guide for Landfill Gas Energy Projects]</a>	Iniciativa Global de Metano	2012	<a href="#">Rellenos sanitarios</a>
<a href="#">Herramientas de finanzas ambientales internacionales [International Environmental Finance Tools]</a>	EPA de EE. UU.	2011	<a href="#">Consideraciones económicas</a>
<a href="#">Pautas internacionales para la evaluación de vertederos [International Guidelines for Landfill Evaluation]</a>	ISWA	2011	<a href="#">Rellenos sanitarios</a>
<a href="#">Pautas de la ISWA: De residuos a energía en países de ingresos bajos y medios [ISWA Guidelines: Waste to Energy in Low and Middle Income Countries]</a>	ISWA	2013	<a href="#">Recuperación energética</a>
<a href="#">Normas ISO para el reciclaje [ISO Standards for Recycling]</a>	Organización Internacional de Normalización	2020	<a href="#">Reciclaje</a>
<a href="#">Pautas operativas para vertederos. 2.a edición [Landfill Operational Guidelines. 2nd Edition]</a>	ISWA	2010	<a href="#">Rellenos sanitarios</a>
<a href="#">Gestión y transformación de los flujos de residuos: Una herramienta para las comunidades [Managing and Transforming Waste Streams: A Tool for Communities]</a>	EPA de EE. UU.	2017	<a href="#">Prevención y minimización</a>



Recurso	Organización	Año	Secciones relevantes
<a href="#">Kit de herramientas para instalaciones de recuperación de materiales [Materials Recovery Facility Toolkit]</a>	Banco Asiático de Desarrollo	2013	<a href="#">Reciclaje</a>
<a href="#">Finanzas municipales: Un manual para los gobiernos locales [Municipal Finances: A Handbook for Local Governments]</a>	Farvacque-Vitkovic y Kopanyi	2014	<a href="#">Consideraciones económicas</a>
<a href="#">PPP de los residuos sólidos municipales [Municipal Solid Waste (MSW) PPPs]</a>	Banco Mundial	2019	<a href="#">Consideraciones económicas</a>
<a href="#">OrganEcs: herramienta de estimación de costos para el manejo de residuos orgánicos separados en origen [OrganEcs – Cost Estimating Tool for Managing Source-Separated Organic Waste]</a>	EPA de EE UU.	2016	<a href="#">Gestión de residuos orgánicos</a>
<a href="#">Descripción general del marco legal para la inclusión de recicladores informales en Brasil [Overview of Legal Framework for Inclusion of Informal Recyclers in Brazil]</a>	Dias	2011	<a href="#">Reciclaje</a>
<a href="#">Libro de estrategias de la política de plásticos: Estrategias para un océano sin plástico [Plastics Policy Playbook: Strategies for a Plastic-Free Ocean]</a>	Conservación del océano	2019	<a href="#">Prevención y minimización; Reciclaje en el sector informal</a>
<a href="#">Guía básica para ciudades para acceder a financiamiento para proyectos municipales de los residuos sólidos [Primer for Cities for Accessing Financing for Municipal Solid Waste Projects]</a>	ISWA	2017	<a href="#">Consideraciones económicas</a>
<a href="#">Guía de participación pública [Public Participation Guide]</a>	EPA de EE. UU.	2017	<a href="#">Inclusión de las partes interesadas</a>
<a href="#">Reciclaje y eliminación de los residuos sólidos municipales en países de ingresos bajos y medios [Recycling and Disposal of Municipal Solid Waste in Low and Middle-Income Countries]</a>	ONU-Hábitat	2011	<a href="#">Reciclaje</a>
<a href="#">Reducir la pérdida y residuos de alimentos: Establecer una agenda de acciones globales [Reducing Food Loss and Waste: Setting a Global Action Agenda]</a>	Flanagan et al.	2019	<a href="#">Gestión de residuos orgánicos</a>
<a href="#">Financiamiento basado en resultados para residuos sólidos municipales [Results-based Financing for Municipal Solid Waste]</a>	Banco Mundial	2014	<a href="#">Consideraciones económicas</a>
<a href="#">Pautas ambientales del sector de los residuos sólidos [Sector Environmental Guideline Solid Waste]</a>	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional	2018	<a href="#">Enfoques; Rellenos sanitarios</a>
<a href="#">Manejo de los residuos sólidos [Solid Waste Management]</a>	PNUMA	2005	<a href="#">Comprensión de la necesidad de gestionar los residuos sólidos</a>
<a href="#">Fuentes: Residuos marinos [Sources: Marine Debris]</a>	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica	2019	<a href="#">Basura marina</a>





Recurso	Organización	Año	Secciones relevantes
<a href="#">Modelos de políticas y financiamiento sostenible para el compostaje municipal [Sustainable Financing and Policy Models for Municipal Composting]</a>	Banco Mundial	2016	<a href="#">Consideraciones económicas: Gestión de residuos orgánicos</a>
<a href="#">Gestión sustentable de los materiales: Jerarquía de gestión de materiales y residuos no peligrosos [Sustainable Materials Management: Non-Hazardous Materials and Waste Management Hierarchy]</a>	EPA de EE. UU.	2017	<a href="#">Enfoques</a>
<a href="#">Gestión sustentable de los materiales: El camino por delante [Sustainable Materials Management: The Road Ahead]</a>	EPA de EE. UU.	2009	<a href="#">Comprensión de la necesidad de gestionar los residuos sólidos</a>
<a href="#">Orientación técnica sobre la operación de plantas de tratamiento de manejo de residuos orgánicos [Technical Guidance on the Operation of Organic Waste Management Treatment Plants]</a>	CCAC e ISWA	2016	<a href="#">Gestión de residuos orgánicos</a>
<a href="#">Los expertos en residuos: Condiciones habilitantes para la integración del sector informal a la gestión de residuos sólidos [The Waste Experts: Enabling Conditions for Informal Sector Integration in Solid Waste Management]</a>	Gerdes and Günsilius	2010	<a href="#">Reciclaje en el sector informal</a>
<a href="#">El peso de las naciones: Flujos de material de las economías industriales [The Weight of Nations: Material Outflows from Industrial Economies]</a>	Matthews et al.	2000	<a href="#">Comprensión de la necesidad de gestionar los residuos sólidos</a>
<a href="#">Conjunto de herramientas: Reducción de la huella de desperdicio de los alimentos [Toolkit: Reducing the Food Wastage Footprint]</a>	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura	2013	<a href="#">Prevención y minimización</a>
<a href="#">Hacia la gestión sostenible de residuos orgánicos municipales en el sur de Asia [Toward Sustainable Municipal Organic Waste Management in South Asia]</a>	Banco Asiático de Desarrollo y el Programa de Ayuda del Gobierno de Australia	2011	<a href="#">Gestión de residuos orgánicos</a>
<a href="#">Módulo de capacitación: Cierre de un basural abierto y cambio de vertido abierto a vertido controlado y relleno sanitario [Training Module: Closing an Open Dumpsite and Shifting from Open Dumping to Controlled Dumping and to Sanitary Land Filling]</a>	PNUMA	2005	<a href="#">Administración de basurales</a>
<a href="#">Capacitación: Gestión municipal de residuos sólidos en países en vías de desarrollo [Training: Municipal Solid Waste Management in Developing Countries]</a>	Coursera	2019	<a href="#">Administración de basurales</a>
<a href="#">Sitio web de digestión anaeróbica de la EPA de EE. UU. [U.S. EPA Anaerobic Digestion Website]</a>	EPA de EE. UU.	2020a	<a href="#">Gestión de residuos orgánicos</a>
<a href="#">Uso de flujos de ingresos internos y financiamiento externo para proyectos de gestión de los residuos sólidos [Using Internal Revenue Streams and External Financing for Solid Waste Management Projects]</a>	EPA de EE. UU. y CCAC	2018	<a href="#">Consideraciones económicas</a>



Recurso	Organización	Año	Secciones relevantes
<a href="#">Atlas de residuos (base de datos de sitios de gestión de residuos globales) [Waste Atlas (Database of Global Waste Management Sites)]</a>	D-WASTE	2020	<a href="#">Administración de basurales;</a> <a href="#">Rellenos sanitarios</a>
<a href="#">Recolección de residuos: Un informe [Waste Collection: A Report]</a>	Kogler	2007	<a href="#">Separación, recolección y transporte</a>
<a href="#">Conversión de residuos a energía: Consideraciones para la toma de decisiones informadas [Waste to Energy: Considerations for Informed Decision-Making]</a>	PNUMA	2019	<a href="#">Recuperación energética</a>
<a href="#">Estaciones de transferencia de residuos: Un manual para la toma de decisiones [Waste Transfer Stations: A Manual for Decision-Making]</a>	EPA de EE. UU.	2002	<a href="#">Separación, recolección y transporte</a>
<a href="#">Opciones de la conversión de residuos a energía en la gestión municipal de los residuos sólidos: Guía para los responsables de la toma de decisiones en países en desarrollo y emergentes [Waste-to-Energy Options in Municipal Solid Waste Management: A Guide for Decision Makers in Developing and Emerging Countries]</a>	Mutz et al.	2017	<a href="#">Rellenos sanitarios</a>
<a href="#">Seminario web: Cierre y rehabilitación de basurales abiertos [Webinar: Closure and Rehabilitation of Open Dumps]</a>	CCAC	2014	<a href="#">Administración de basurales</a>
<a href="#">What a Waste 2.0: Un panorama global de la gestión de residuos sólidos para 2050 [What A Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050]</a>	Kaza et al.	2018	<a href="#">Comprensión de la necesidad de gestionar los residuos sólidos;</a> <a href="#">Reciclaje</a>
<a href="#">What a Waste 2.0: Un panorama global de la gestión de residuos sólidos para 2050. Cómo abordar el aumento de los residuos plásticos [What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Tackling Increasing Plastic Waste]</a>	Banco Mundial	2019	<a href="#">Reciclaje</a>
<a href="#">Las mujeres en el empleo informal: Globalización y organización [Women in Informal Employment: Globalizing &amp; Organizing]</a>	Las mujeres en el empleo informal: Globalización y organización	2020	<a href="#">Reciclaje en el sector informal</a>



## Anexo B

# Recursos específicos de la región para la gestión de residuos sólidos

## Asia Oriental y el Pacífico

[Observaciones sobre los vertederos de residuos sólidos en países en vías de desarrollo: África, Asia y América Latina \(Observations of Solid Waste Landfills in Developing Countries: Africa, Asia and Latin America\)](#) (Johannessen y Boyer 1999)

[Gestión de residuos sólidos en los países y territorios de las islas del Pacífico \(Solid Waste Management in Pacific Island Countries and Territories\)](#) (Richards y Haynes 2014)

[Desafíos y un marco de implementación para la gestión sostenible de residuos orgánicos municipales utilizando tecnología de biogás en países asiáticos emergentes \(Challenges and an Implementation Framework for Sustainable Municipal Organic Waste Management Using Biogas Technology in Emerging Asian Countries\)](#) (IGES 2019)

## América Latina y el Caribe

[Perspectiva de gestión de residuos para América Latina y el Caribe \(Waste Management Outlook for Latin America and the Caribbean\)](#) (PNUMA 2018c)

[Encuesta de recopilación de datos sobre el sector de la gestión de residuos sólidos en la región de América Central y el Caribe \(Data Collection Survey on Solid Waste Management Sector in the Central American and Caribbean Region\)](#) (JICA 2012)

[Observaciones sobre los vertederos de residuos sólidos en países en vías de desarrollo: África, Asia y América Latina \(Observations of Solid Waste Landfills in Developing Countries: Africa, Asia and Latin America\)](#) (Johannessen y Boyer 1999)

[Pautas ambientales para la Oficina de América Latina y el Caribe de la USAID \(Environmental Guidelines for the USAID Latin America and Caribbean Bureau\)](#) (USAID sin fecha)

[Guía de Lixo Fora D'Água \(Lixo Fora D'Água Guidance\)](#) (ABRELPE 2020)

## Oriente Medio y África del Norte

[Observaciones sobre los vertederos de residuos sólidos en países en vías de desarrollo: África, Asia y América Latina \(Observations of Solid Waste Landfills in Developing Countries: Africa, Asia and Latin America\)](#) (Johannessen y Boyer 1999)

## Asia del Sur

[Observaciones sobre los vertederos de residuos sólidos en países en vías de desarrollo: África, Asia y América Latina \(Observations of Solid Waste Landfills in Developing Countries: Africa, Asia and Latin America\)](#) (Johannessen y Boyer 1999)

[Manual de gestión de residuos sólidos municipales del gobierno de la India \(Government of India Municipal Solid Waste Management Manual\)](#) (CPHEEO 2016)

[Compostaje y digestión anaeróbica \(DA\): Tecnologías prometedoras para la gestión de residuos orgánicos \(Composting and Anaerobic Digestion: Promising Technologies for Organic Waste Management\)](#) (TERI 2020a)

## África subsahariana

[Descripción general de la gestión municipal de residuos sólidos en economías en desarrollo y desarrolladas: Análisis de prácticas y contribuciones a inundaciones urbanas en África subsahariana \(An Overview of Municipal Solid Waste Management in Developing and Developed Economies: Analysis of Practices and Contributions to Urban Flooding in Sub-Saharan Africa\)](#) (Njoku et al. 2015)

[Observaciones sobre los vertederos de residuos sólidos en países en vías de desarrollo: África, Asia y América Latina \(Observations of Solid Waste Landfills in Developing Countries: Africa, Asia and Latin America\)](#) (Johannessen y Boyer 1999)





## Anexo C

# Herramientas de comunicación/ compromiso público

Herramientas para informar al público					
Herramienta	Cantidad de participantes	Mejor adaptado para	Tipo de herramienta		
			En persona	Virtual	Impresión
<b>Reuniones públicas</b> Se llevan a cabo reuniones públicas para incluir una amplia audiencia en el intercambio de información y el debate. Pueden utilizarse para aumentar la conciencia o como punto de partida para la participación pública y el compromiso	Grupos grandes	Ciudades más pequeñas y ciudades donde las partes interesadas están dispuestas a asistir a reuniones.	X	X	
<b>Sesiones informativas</b> Presentaciones cortas realizadas directamente a grupos locales en sus reuniones o ubicaciones existentes, como clubes sociales y cívicos, para proporcionar una descripción general o actualización de un proyecto.	Generalmente diseñado para grupos más pequeños	Llegar a grupos establecidos.	X		
<b>Contactos telefónicos</b> Llamadas a personas o grupos específicos de personas interesadas en un problema.	Generalmente, una persona a la vez	Todos los proyectos, pero requieren suficiente personal para responder o devolver llamadas.		X	
<b>Materiales impresos</b> Los formularios más populares incluyen hojas de datos, volantes, boletines informativos, folletos, tarjetas postales, documentos de emisión e informes resumidos.	Sin límite, pero los costos de impresión y envío podrían ser una consideración	Proyectos con un número manejable de partes interesadas si se deben realizar impresiones y envíos postales. Puede no ser apropiado cuando la alfabetización es un problema.			X



## Herramientas para informar al público

Herramienta	Cantidad de participantes	Mejor adaptado para	Tipo de herramienta		
			En persona	Virtual	Impresión
<b>Reuniones públicas</b> Se llevan a cabo reuniones públicas para incluir una amplia audiencia en el intercambio de información y el debate. Pueden utilizarse para aumentar la conciencia o como punto de partida para la participación pública y el compromiso	Grupos grandes	Ciudades más pequeñas y ciudades donde las partes interesadas están dispuestas a asistir a reuniones.	X	X	
<b>Sesiones informativas</b> Presentaciones cortas realizadas directamente a grupos locales en sus reuniones o ubicaciones existentes, como clubes sociales y cívicos, para proporcionar una descripción general o actualización de un proyecto.	Generalmente diseñado para grupos más pequeños	Llegar a grupos establecidos.	X		
<b>Contactos telefónicos</b> Llamadas a personas o grupos específicos de personas interesadas en un problema.	Generalmente, una persona a la vez	Todos los proyectos, pero requieren suficiente personal para responder o devolver llamadas.		X	
<b>Materiales impresos</b> Los formularios más populares incluyen hojas de datos, volantes, boletines informativos, folletos, tarjetas postales, documentos de emisión e informes resumidos.	Sin límite, pero los costos de impresión y envío podrían ser una consideración	Proyectos con un número manejable de partes interesadas si se deben realizar impresiones y envíos postales. Puede no ser apropiado cuando la alfabetización es un problema.			X



## Herramientas para informar al público

Herramienta	Cantidad de participantes	Mejor adaptado para	Tipo de herramienta		
			En persona	Virtual	Impresión
<p><b>Sitios web</b> Los sitios web a nivel mundial proporcionan a las partes interesadas información sobre el proyecto, anuncios, documentos y oportunidades para realizar aportes o debatir. Los sitios web permiten el uso de una amplia variedad de formatos de medios, incluido el video.</p>	Ilimitado	Todos los proyectos y audiencias donde el acceso esté disponible. Los problemas de alfabetización pueden superarse mediante el uso de voz y video.		X	
<p><b>Repositorios de información</b> Lugares para almacenar información del proyecto en un lugar público centralizado para proporcionar fácil acceso a los residentes. Normalmente, la información almacenada en un repositorio es para uso y revisión en el sitio y no debe retirarse del mismo.</p>	Ilimitado, pero puede restringirse geográficamente por	Proyectos localizados donde es posible el acceso a un sitio físico. Los repositorios también se pueden establecer en línea.			X
<p><b>Líneas directas de información</b> Proporcionan información de dos maneras: (1) a través del acceso telefónico en vivo a los miembros del personal del equipo del proyecto que pueden responder preguntas o proporcionar información y asistencia adicional, y (2) a través de un número de llamada telefónica que proporciona información pregrabada del proyecto.</p>	Ilimitado	Todos los proyectos y audiencias, especialmente aquellos en los que el acceso a Internet es un problema.		X	
<p><b>Prensa y medios</b> Los sitios web a nivel mundial proporcionan a las partes interesadas información sobre el proyecto, anuncios, documentos y oportunidades para realizar aportes o debatir. Las redes sociales, como Twitter, WhatsApp y Facebook, permiten el uso de una amplia variedad de formatos de medios, incluido el video.</p>	Ilimitado	Proyectos más grandes de interés generalizado; el uso de las redes sociales debe formar parte de la estrategia general de comunicaciones.		X	X





**Herramientas para informar al público**

Herramienta	Cantidad de participantes	Mejor adaptado para	Tipo de herramienta		
			En persona	Virtual	Impresión
<b>Redes sociales</b> Los sitios web a nivel mundial proporcionan a las partes interesadas información sobre el proyecto, anuncios, documentos y oportunidades para realizar aportes o debatir. Las redes sociales, como Twitter, WhatsApp y Facebook, permiten el uso de una amplia variedad de formatos de medios, incluido el video.	Ilimitado	Proyectos más grandes de interés generalizado; el uso de las redes sociales debe formar parte de la estrategia general de comunicaciones.		X	

**Herramientas para generar y obtener información pública**

<b>Entrevistas</b> Las entrevistas con las partes interesadas son conversaciones individuales sobre un tema o asunto específico. El propósito principal de estas entrevistas es obtener información relevante para el proyecto y obtener reacciones y sugerencias de las partes interesadas.	Individual o grupo pequeño	Aprender acerca de las perspectivas individuales sobre los problemas.	X	X	
<b>Grupos de discusión</b> Un pequeño debate grupal liderado profesionalmente. Los grupos de discusión se utilizan para averiguar qué problemas preocupan más a los residentes o grupos cuando no hay o hay poca información disponible.	Grupos pequeños (15 o menos)	Explorar las actitudes y opiniones en profundidad.	X		
<b>Reuniones/audiencias públicas</b> Se llevan a cabo reuniones/audiencias públicas para incluir una amplia audiencia en el intercambio de información y el debate. Pueden utilizarse para aumentar la concientización o como punto de partida para la participación pública y el compromiso.	Grupos grandes	Presentar información y recibir comentarios o retroalimentación del público.	X		
<b>Talleres públicos</b> Un taller realizado por una agencia pública con el fin de informar al público y obtener su opinión sobre el desarrollo de una medida de control o acción regulatoria por parte de esa agencia.	Varios grupos pequeños (8 a 15 en cada grupo pequeño)	Intercambio de información o resolución de problemas en grupos pequeños.	X		



### Herramientas para informar al público

Herramienta	Cantidad de participantes	Mejor adaptado para	Tipo de herramienta		
			En persona	Virtual	Impresión
<p><b>Proceso de indagación apreciativa</b> Un proceso moderado para descubrir prácticas pasadas y actuales que informen e inspiren a los participantes a medida que se esfuerzan por crear e implementar en colaboración un futuro ideal.</p>	Varía, pero por lo general involucra al “sistema completo”	Imaginar un futuro compartido, no tomar decisiones.	X		
<p><b>World cafés</b> Un proceso de reunión que implica una serie de conversaciones simultáneas sobre un tema o problemática en particular. Un World Café generalmente dura de 2 a 3 horas y consiste en numerosas conversaciones de mesa que involucran de 3 a 5 personas por mesa. Cada mesa tiene un “anfitrión” que se queda en la mesa durante todo el evento y mantiene el debate de la mesa encaminado.</p>	Muy adaptable, involucra varias conversaciones simultáneas (4 a 8 en cada grupo pequeño)	Fomentar el debate abierto de un tema e identificar áreas comunes.		X	
<p><b>Talleres de producción</b> Un taller intensivo y multidisciplinario con el objetivo de desarrollar un diseño o una visión para un proyecto o una actividad de planificación.</p>	Pequeño a mediano	Generar planes o alternativas integrales.	X		
<p><b>Democracia electrónica</b> Una amplia gama de herramientas interactivas que adoptan las fuentes de medios existentes y emergentes como un foro para permitir que el público exprese opiniones y busque influir en la toma de decisiones dentro de su área. La democracia electrónica se puede lograr a través de tecnología más antigua, como televisión y radio; y tecnologías más nuevas, como Internet, teléfonos celulares y sistemas de sondeo electrónico.</p>	Ilimitado	Permitir la participación directa de un público disperso geográficamente a su conveniencia.			X

### Herramientas para la construcción de consenso y búsqueda de acuerdos

<p><b>Talleres de consenso</b> Un tipo de reunión pública que permite a las partes interesadas participar en la evaluación de un problema o propuesta, y trabajar juntos para encontrar un terreno común y brindar aportes basados en el consenso.</p>	Grupos grandes	Decisiones más pequeñas, menos controversiales o identificación de valores compartidos.	X		
--	----------------	---	---	--	--



## Herramientas para informar al público

Herramienta	Cantidad de participantes	Mejor adaptado para	Tipo de herramienta		
			En persona	Virtual	Impresión
<p><b>Consejos asesores</b> Un grupo representativo de partes interesadas de una localidad en particular designada para proporcionar comentarios y asesoramiento sobre un proyecto o problema que se reúne regularmente durante un período de tiempo para desarrollar un conocimiento detallado del proyecto y los problemas, compartir sus perspectivas, ideas, inquietudes e intereses relevantes.</p>	Grupos pequeños (25 o menos)	Procesos complejos y a largo plazo.	X		
<p><b>Jurados residentes</b> Muestra representativa de residentes (generalmente seleccionados de manera aleatoria o estratificada) que reciben información detallada sobre los antecedentes y el pensamiento actual relacionado con un problema o proyecto en particular. El problema que se les pide que consideren será uno que tenga un efecto en toda la localidad y donde se requiera un proceso de toma de decisiones representativo y democrático</p>	Limitado, generalmente alrededor de 12	Limitado, generalmente alrededor de 12 Decisiones que pueden organizarse en opciones claras.	X		







Descargue la **Guía de mejores prácticas de EPA para el manejo de residuos sólidos**

Octubre de 2020

