



Mejores prácticas para la gestión de residuos sólidos
Una guía para quienes toman decisiones en países en desarrollo

Gestión de residuos sólidos y cambio climático

Julio de 2023
EPA 530-R-23-012-S



Mejores prácticas para la gestión de residuos sólidos: Una guía para quienes toman decisiones en países en desarrollo

Gestión de residuos sólidos y cambio climático

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
Oficina de Conservación y Recuperación de Recursos

Julio de 2023

Aviso: La mención de nombres comerciales, productos, recursos o servicios no expresa la aprobación, el aval o la recomendación oficial de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, y no debe interpretarse de esta manera. A menos que se indique lo contrario, las fotos incluidas en este documento fueron obtenidas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos y sus contratistas, o agregadores de fotos de stock.



Contenido

Estudio de casos	iv
Ejemplos de casos concretos	iv
Cuadros de puntos clave	iv
Acrónimos y abreviaturas.....	v
Reconocimientos.....	vi
1. Introducción	3
2. ¿Cómo contribuye el sector de residuos sólidos al cambio climático?	4
3. Mejores prácticas para mejorar la gestión de residuos sólidos y reducir las emisiones	7
3.1 Comprensión del flujo de desechos y prevención de desechos.....	7
3.2 Separación, recolección y transporte	9
3.3 Reciclaje.....	9
3.4 Tratamiento	10
3.5 Eliminación	11
Preguntas para quienes toman decisiones.....	11
4. ¿Cómo afecta el cambio climático a la gestión de residuos sólidos?.....	12
5. Mejores prácticas para mejorar la resiliencia climática de la gestión de residuos sólidos.....	15
5.1 Participación de las partes interesadas	15
5.2 Integración de la gestión de residuos sólidos en la planificación de resiliencia	16
5.3 Planificación de la gestión de residuos sólidos en caso de desastre.....	17
5.4 Infraestructura y operaciones resilientes al clima de los residuos sólidos	18
Preguntas para quienes toman decisiones.....	19
Bibliografía.....	20



Estudio de casos

Número de anexo	Título	Número de página
3	Mejorar la eficiencia de la ruta de recolección	8
4	Uso de la herramienta de estimación de emisiones de residuos sólidos (Solid Waste Emissions Estimation Tool, SWEET) para estimar las emisiones de la gestión de residuos sólidos en Accra, Ghana	8
7	Gestión de residuos sólidos en el Programa de Acción Nacional para la Adaptación (NAPA) de las Islas Salomón	17
8	Gestión de residuos de desastres en Japón	18

Ejemplos de casos concretos

Título	Número de página
Reemplazo de un botadero por un vertedero sanitario en Brasilia	6
Residuos del supertifón Haiyan	13
Incendio en el vertedero de Bhalswa en Nueva Delhi, India	13

Cuadros de puntos clave

Título	Número de página
El reciclaje puede mitigar la incidencia de los plásticos en el cambio climático	6



Acrónimos y abreviaturas

CCAC	Coalición Clima y Aire Limpio
CCBO	Ciudades Limpias, Océano Azul
CIEL	Centro de Derecho Ambiental Internacional
EPR	Responsabilidad extendida del productor
UE	Unión Europea
GEI	Gas de efecto invernadero
GMI	Iniciativa Global de Metano
IEA	Agencia Internacional de la Energía
LFG	Gas de vertedero
MRV	Medición, informe y verificación
NAPA	Programa Nacional de Acción para la Adaptación
OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
PAYT	Pago por desecho
SWEET	Herramienta de estimación de emisiones de residuos sólidos
UNEP	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
EPA de los EE. UU.	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
USAID	Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos
OMS	Organización Mundial de la Salud



Reconocimientos

La Oficina de Conservación y Recuperación de Recursos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos desarrolló el capítulo complementario sobre Gestión de residuos sólidos y cambio climático como parte del kit de herramientas de Gestión de Residuos Sólidos. El kit de herramientas refleja la larga historia de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de apoyar las prácticas y políticas de gestión de residuos sólidos que protegen la salud humana y el medio ambiente.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos recibió apoyo gráfico, editorial, de producción y desarrollo de contenido de Abt Associates bajo el contrato EP-W-10-054, con considerable apoyo del consultor independiente Nimmi Damodaran.

Las siguientes personas y organizaciones apoyaron el desarrollo de este capítulo complementario:

Organizaciones internacionales

Kaushik Chandrasekhar, Programa Ambiental de la ONU,
Oficina de India

Chris Godlove, Consultoría de THINKCities

Zoë Lenkiewicz, Laboratorio Global de Residuos

Sourabh Manuja, Consultor independiente

Sandra M Mazo-Nix, Coalición Clima y Aire Limpio

Kait Siegel, Grupo de Trabajo de Aire Limpio

Brandon Bray, Agencia de los Estados Unidos para el
Desarrollo Internacional

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

Stephanie Adrian

Krystal Krejčík

Katherine Linder

Audrianna Maki

Elle Chang

Janice Sims



Esta página se dejó en blanco intencionalmente.

GESTIÓN DE
RESIDUOS SÓLIDOS
Y CAMBIO CLIMÁTICO





Recursos clave



[Mejores prácticas para el manejo de residuos sólidos: Guía para quienes toman decisiones en países en desarrollo](#) (EPA de EE. UU. 2020)



[Residuos y cambio climático - Marco de tendencias y estrategias globales](#) (UNEP 2010)



[Modelo de reducción de residuos \(WARM\)](#) (EPA de EE. UU. 2022)



[Herramienta de estimación de emisiones de residuos sólidos \(SWEET\)](#) (GMI 2022)



[Planificación de gestión de residuos para mitigar el impacto del cambio climático](#) (EPA de EE. UU. 2022)



[Residuos: Coalición Clima y Aire Limpio](#) [CCAC sin fecha(a)]



[Kit de herramientas para construir coaliciones para la resiliencia](#) (Climatelinks 2017)



[Posibles impactos del cambio climático en la gestión de residuos](#) (Bebb, J. y Kersey, J. 2003)



[Cero desechos a cero emisiones](#) (GAIA 2022)



[Guía para la adaptación al cambio climático en las ciudades](#) (Grupo del Banco Mundial 2011)

Sección 1

Introducción

El sector de residuos sólidos es una fuente importante de contaminantes que inciden en el cambio climático, incluidos el metano y el carbono negro. Al mismo tiempo, los servicios e infraestructura de recolección, transporte, reciclaje, tratamiento y eliminación de residuos sólidos son altamente vulnerables a los factores climáticos estresantes, como los eventos climáticos extremos. Como tal, mejorar la forma en que las ciudades gestionan los residuos sólidos puede mitigar simultáneamente el cambio climático y mejorar la resiliencia local frente a los impactos del cambio climático.

Gestión de residuos sólidos y cambio climático es parte del kit de herramientas de las [mejores prácticas para la gestión de residuos sólidos en países en desarrollo de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos](#). El kit de herramientas sirve como recurso gratuito para los responsables de tomar decisiones que implementan programas de gestión de residuos sólidos. El kit de herramientas incluye módulos de aprendizaje electrónico, materiales de comunicación, materiales de seminarios web, videos y la [Guía de mejores prácticas para la gestión de residuos sólidos en países en desarrollo](#) (la Guía). La [Guía](#) describe los aspectos clave de la gestión de residuos sólidos e identifica las mejores prácticas que

pueden implementarse en ciudades medianas y grandes en países en desarrollo. **Gestión de residuos sólidos y cambio climático** es un capítulo complementario de la [Guía](#).

Este capítulo complementario se divide en dos secciones. En la primera sección se proporciona una descripción general de cómo los residuos sólidos inciden en el cambio climático y las mejores prácticas para reducir las emisiones del sector. En la segunda sección se incluye un análisis de los impactos del cambio climático en la gestión de residuos sólidos y las mejores prácticas para construir un sistema de gestión de residuos sólidos resistente al clima.

Este capítulo complementario no pretende ser un manual de implementación paso a paso, sino que destaca los recursos que las autoridades locales y quienes toman 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 el capítulo presenta a quienes toman decisiones la información y los recursos para mejorar la equidad en la gestión de residuos sólidos dentro del contexto de su situación específica.



Sección 2

¿Cómo contribuye el sector de residuos sólidos al cambio climático?

El sector de residuos sólidos es una fuente importante de emisiones que inciden en el cambio climático, en especial el metano y el carbono negro. El metano y el carbono negro son contaminantes climáticos de corta duración que permanecen en la atmósfera durante un tiempo más corto que el dióxido de carbono, pero tienen un potencial de calentamiento global sustancialmente mayor. Según algunas estimaciones, el sector de desechos representa el 11 por ciento de las emisiones globales de metano antropogénico (GMI 2015) y el 5 por ciento de las emisiones globales de carbono negro [CCAC sin fecha(a)]. En términos de su incidencia en el cambio climático, estas emisiones equivalen a aproximadamente el 2 por ciento de todas las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel mundial (Climate Watch 2019).

Los tres principales contaminantes del sector de residuos sólidos, en términos de su incidencia en el cambio climático, son los siguientes:

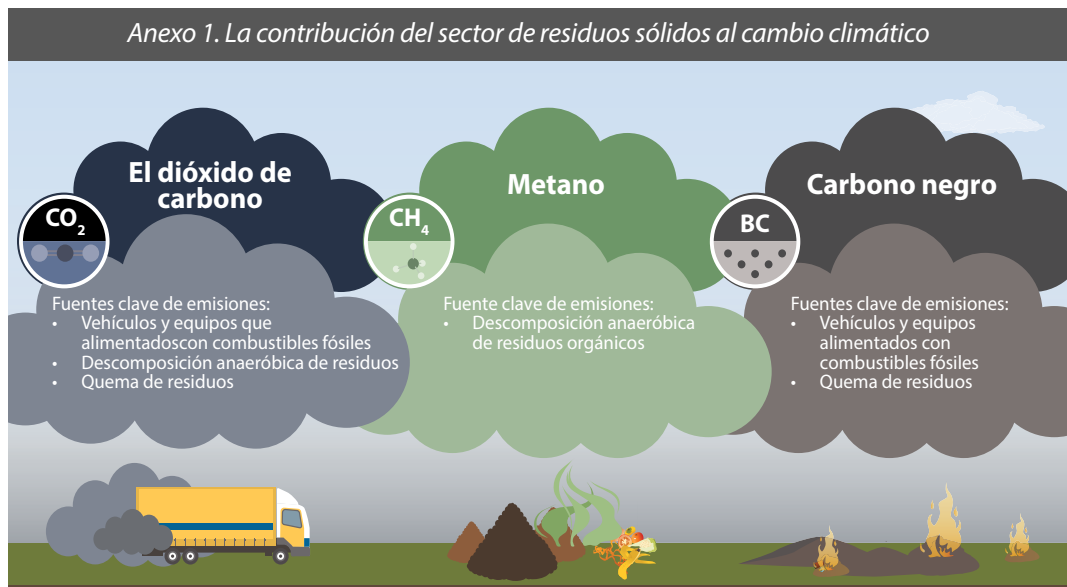
- El **dióxido de carbono**, un GEI, tiene una vida atmosférica de cientos de años. Las emisiones de dióxido de carbono del sector de residuos sólidos provienen del uso de vehículos y equipos alimentados con combustibles fósiles, la descomposición anaeróbica de los residuos y la quema de residuos.
- **Metano**, un potente GEI con una vida útil de 12 años que es de 27 a 30 veces más potente que el dióxido de carbono para atrapar calor en la atmósfera durante un período de 100 años (EPA sin fecha). Las emisiones de metano en el sector de residuos sólidos provienen de la descomposición anaeróbica (sin oxígeno) de los residuos orgánicos.
- **Carbono negro**, un componente de la materia particulada que se forma por la combustión incompleta de combustibles fósiles, biocombustibles y biomasa. Tiene una vida atmosférica de días a semanas. Aunque no es un GEI, aún tiene un efecto sustancial en el clima, con un impacto de calentamiento de 500 a 1500 veces el del dióxido de carbono por masa [CCAC sin fecha(b)]. El carbono

negro se libera de vehículos y equipos alimentados con combustibles fósiles y al quemar desechos.

El Anexo 1 identifica las emisiones de GEI y carbono negro asociadas con la gestión de residuos sólidos. Las emisiones que inciden en el cambio climático provienen de diversas fuentes a lo largo de las diferentes etapas de la gestión de residuos sólidos, que incluyen:

- **Recolección.** En los países de bajos ingresos, la cobertura de recolección de residuos es inferior al 40 %, en comparación con el 96 % en los países de altos ingresos (Banco Mundial 2018). Los residentes que reciben recolección de residuos poco frecuente a menudo recurren a medios informales de eliminación, como la quema abierta, que produce emisiones de carbono negro y dióxido de carbono, o el vertido en carreteras o áreas sin usar, que generan metano a partir de los residuos orgánicos descompuestos.
- **Transporte.** Los desechos a menudo se transportan desde los sitios de recolección hasta los sitios de tratamiento y eliminación mediante camiones y tractores alimentados con diésel, lo que deriva en emisiones de dióxido de carbono y carbono negro.
- **Reciclaje.** Los trabajadores del sector informal desempeñan un papel fundamental en la recolección y el reciclaje de residuos en los países en desarrollo. Sin embargo, estos trabajadores a veces recurren a la quema de desechos, que produce carbono negro y dióxido de carbono, para extraer y recolectar materias primas valiosas en los desechos (p. ej., cobre, aluminio). Además, es posible que algunos recicladores informales no conozcan las mejores prácticas para manejar residuos que contienen refrigerantes, como aires acondicionados (AC) y refrigeradores. La mala gestión de dichos desechos podría conducir a la liberación de gases fluorados con potenciales de calentamiento global miles de veces más altos que el dióxido de carbono (Castro et al. 2021).





- **Tratamiento de residuos orgánicos.** Si bien el tratamiento de los desechos orgánicos, a través del compostaje o la digestión anaeróbica, tiene el potencial de reducir las emisiones de metano, pueden producirse fugas de metano cuando las instalaciones de tratamiento no se mantienen de forma rutinaria. Además, algunas instalaciones de tratamiento pueden tener una capacidad inadecuada para manejar grandes volúmenes de desechos orgánicos. La acumulación y descomposición de desechos orgánicos en dichas instalaciones de tratamiento antes del tratamiento podría provocar emisiones de metano.
- **Eliminación.** El gas de vertedero, que consiste principalmente en metano y dióxido de carbono, se genera en los sitios de desecho a partir de la descomposición anaeróbica de los residuos orgánicos. Cuando los desechos se eliminan en vertederos y botaderos mal administrados, el metano y el dióxido de carbono no se capturan en absoluto; por lo tanto, se liberan cantidades sustancialmente mayores en la atmósfera. Incluso los vertederos bien administrados con sistemas de captura de gas de vertedero (LFG) generalmente capturan del 60 al 90 por ciento del metano creado por el vertedero durante su vida útil (EPA de EE. UU. 2021). Además, el carbono negro y el dióxido de carbono se liberan debido a incendios. Los incendios accidentales pueden ser causados por combustión espontánea, donde el material de desecho se calienta por oxidación química y descomposición biológica y el calor hace que el material se encienda,

o por superficies calientes que se encuentran con liberaciones de metano. A veces se inician incendios intencionales para reducir el volumen de desechos o para recuperar metales de los desechos. La presencia de metano en la descomposición de desechos sólidos puede exacerbar el riesgo y la gravedad de los incendios. Los compactadores y tractores (Anexo 2) utilizados en vertederos y botaderos a menudo son alimentados por combustible diésel y, por lo tanto, emiten carbono negro y dióxido de carbono.

Anexo 2. Tractor de vertedero en Dhaka, Bangladesh



PUNTO CLAVE 

El reciclaje puede mitigar la incidencia de los plásticos en el cambio climático

Las emisiones de GEI del ciclo de vida de los plásticos tienen graves implicaciones para el cambio climático. A nivel mundial, se proyecta que las emisiones de la producción e incineración de plástico alcancen 1,34 gigatoneladas de dióxido de carbono por año para 2030, lo que equivale a las emisiones de aproximadamente 295 nuevas plantas de carbón de 500 megavatios (CIEL 2019). Para 2040, se estima que los plásticos representarán hasta el 20 por ciento del total de emisiones de GEI a nivel mundial (Pew Charitable Trusts 2020). A través de un **enfoque de sistemas locales**, las ciudades pueden crear estrategias eficaces para la circularidad (reutilizar y reciclar recursos en lugar de desperdiciar) para reducir los residuos plásticos y las emisiones asociadas (USAID 2022a). Un enfoque de sistemas podría:

- **Incorporar datos** para desarrollar estrategias y regulaciones efectivas. Por ejemplo, los legisladores pueden determinar que las bolsas de plástico comprenden una gran porción del flujo de residuos y pueden implementar cargos en las bolsas de plástico como un elemento disuasivo.
- **Incluir a las partes interesadas** para comprender las necesidades locales y priorizar la inclusión. A través de la participación, quienes toman decisiones pueden aprender cómo las políticas pueden afectar a ciertas poblaciones y si las políticas constituyen o no una carga más alta y desproporcionada sobre algunas partes interesadas.
- **Incorporar las "tres R"** (reducir, reutilizar, reciclar) en el ciclo de vida del plástico. Al considerar todo el ciclo de vida, los productos pueden diseñarse para su reutilización, lo que puede disminuir los productos de plástico virgen, así como la cantidad que se incinera o elimina en vertederos y botaderos.

CASO CONCRETO 

Reemplazo de un botadero por un vertedero sanitario en Brasilia

En Brasilia, la capital de Brasil, el vertedero Estrutural recibía más de 2700 toneladas métricas de desechos municipales por día en 2018. No se implementaban prácticas adecuadas de gestión de vertederos, como la cobertura diaria y la compactación, y los desechos generalmente se quemaban, lo que daba lugar a emisiones de carbono negro. La falta de sistemas de captura de gas también producía emisiones de metano.

Se estimó que una instalación de reciclaje de reemplazo y un vertedero sanitario que comenzó a operar en 2018 evitarían el 70 por ciento de las 1,4 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente que se habrían emitido para 2050 si el vertedero Estrutural hubiera continuado sus operaciones.

Para obtener más información, visite el [sitio web de UNEP](#).



Sección 3

Mejores prácticas para mejorar la gestión de residuos sólidos y reducir las emisiones

Las mejores prácticas analizadas en esta sección pueden mejorar la gestión de residuos sólidos y reducir las emisiones en las etapas de generación, recolección, reciclaje, tratamiento y eliminación de la gestión de residuos sólidos. Algunas de las mejores prácticas analizadas, incluidas las prohibiciones de quema abierta o eliminación de productos orgánicos y reciclables en vertederos, pueden requerir una aplicación estricta para ser eficaces. El seguimiento de las emisiones y las reducciones de emisiones en cada etapa del proceso de gestión de residuos sólidos puede ser útil para monitorear el progreso de la implementación y la efectividad de las mejores prácticas.

3.1 Comprensión del flujo de desechos y prevención de desechos ✓

La reducción de origen y la reutilización de materiales son los pasos preferidos en la jerarquía de gestión de residuos sólidos (EPA de EE. UU. 2022a). Cuando los productos se reutilizan o fabrican con materiales secundarios (reciclados), se necesitará menos energía para extraer, transportar y procesar materias primas. Menor demanda de energía significa reducir el uso de combustibles fósiles y los GEI resultantes y otros contaminantes del aire liberados a la atmósfera.

Quienes toman decisiones pueden considerar las siguientes acciones sugeridas para reducir los residuos y reducir así las emisiones relacionadas con la gestión de residuos que inciden en el cambio climático:

- Caracterización de desechos**. La caracterización de desechos ayuda a quienes toman decisiones a comprender dónde enfocar los esfuerzos para minimizar y prevenir los desechos. Por ejemplo, se pueden utilizar los resultados de los estudios de caracterización de residuos para identificar materiales no reciclables que deberían ser un objetivo para las estrategias de prevención de residuos. Para
 - obtener más información sobre la caracterización de desechos y sus usos en la planificación de la gestión de desechos sólidos, consulte la **Sección 7: Caracterización de desechos** de la [Guía](#).
- Incluir a las partes interesadas**. La participación de las partes interesadas es fundamental para implementar estrategias para reducir la generación de residuos. Esto puede incluir la comunicación y la divulgación al público sobre la minimización de residuos mediante la reducción del consumo, el reciclaje y el compostaje en el hogar. Para obtener más información sobre el compromiso de las partes interesadas, consulte la **Sección 4: Compromiso de las partes interesadas** de la [Guía](#).
- Promover el tratamiento en el hogar de los residuos orgánicos**. Los desechos de jardines y alimentos resultantes de la preparación de comidas y las sobras de alimentos cocidos pueden tratarse en el hogar en lugar de que los desechos sólidos sean manejados por el gobierno local. El tipo de tecnología y la cantidad de desechos que se pueden tratar se basan en una serie de consideraciones, incluida la disponibilidad de espacio. El compostaje doméstico puede variar desde vermicompostaje (compostaje de gusanos) en un contenedor pequeño en la cocina hasta compostaje en pilas grandes en el patio (GIZ 2022). Los residuos orgánicos pueden incluso procesarse en pequeños digestores anaeróbicos con el gas que se utiliza para cocinar y el digestato que se utiliza como rectificación del suelo en el jardín.
- Implementar estrategias para reducir los residuos de empaques**. Los residuos de empaques representan una parte significativa de la mezcla de residuos. Se pueden alentar estrategias como la venta a granel de productos básicos y la recarga de contenedores para ciertos productos (p. ej., nueces, granos, leche, aceite, detergente) para reducir la cantidad de residuos de empaques. La venta masiva



era una práctica empleada en muchos países en el pasado antes de pasar a la conveniencia de los productos envasados. Estas estrategias ofrecen a los consumidores la oportunidad de alejarse de los envases desechables y ayudar a los proveedores a reducir su huella de carbono.

- **Imponer prohibiciones y cargos sobre artículos específicos.** Se ha demostrado que las prohibiciones y los cargos de ciertos productos desalientan el uso del consumidor y eliminan los desperdicios. Por ejemplo, los pequeños cargos por bolsas de plástico en tiendas de comestibles pueden reducir el consumo de bolsas de plástico de un solo uso y alentar a los compradores a traer sus propias bolsas
- **Requerir la estandarización para aumentar la reutilización y prevenir los desechos.** El uso de diferentes tipos de accesorios, como cargadores y auriculares para electrónica de consumo, contribuye a aumentar los residuos. Varios países (p. ej., la UE) están comenzando a requerir cargadores estandarizados para reducir estos residuos.



ANEXO 3 ESTUDIO DE CASO



Mejorar la eficiencia de la ruta de recolección

En 2021, a través del programa Ciudades Limpias, Océano Azul (Clean Cities Blue Ocean, CCBO) se evaluaron los sistemas de recolección y barrido de residuos en la ciudad de Pisco, Perú; se buscó la opinión del personal técnico y operativo de la ciudad y los representantes de las comunidades atendidas y se monitorearon vehículos y rutas. En función de la evaluación, CCBO desarrolló un manual de rutas para Pisco y otras ciudades para mejorar la recolección de residuos y la eficiencia de las rutas. Se espera que las rutas optimizadas por CCBO amplíen la cobertura de recolección de residuos sólidos en Pisco de 35 550 residentes a al menos 42 820 residentes. El aumento de la cobertura de recolección reduce el vertido y la combustión a cielo abierto, lo que deriva en emisiones que inciden en el cambio climático. El aumento de la cobertura de recolección reduce el vertido y la combustión a cielo abierto, lo que deriva en emisiones que inciden en el cambio climático.

Para obtener más información, consulte el [Informe de CCBO](#).



ANEXO 4 ESTUDIO DE CASO



Uso de SWEET para estimar las emisiones de la gestión de residuos sólidos en Accra, Ghana

La Organización Mundial de la Salud (OMS) llevó a cabo un estudio sobre los impactos en la salud y el clima de la gestión de residuos sólidos en Accra, Ghana. La OMS utilizó SWEET, una herramienta basada en Excel desarrollada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos bajo los auspicios de la Iniciativa Global de Metano, para estimar las emisiones de contaminantes climáticos de base. La OMS también utilizó SWEET para estimar las emisiones para tres escenarios alternativos: dejar de quemar al aire libre, aumentar el compostaje y el reciclaje y capturar metano de los vertederos. Los resultados del estudio proporcionaron a la OMS evidencia para priorizar la prohibición de la quema de residuos y el aumento de la capacidad de recolección de residuos para evitar impactos en la salud pública.

Para obtener más información, lea el [estudio de caso de GMI](#).



3.2 Separación, recolección y transporte

Las mejores prácticas para mitigar las emisiones de contaminantes climáticos durante la recolección y el transporte de residuos incluyen las siguientes:

- **Separar los desechos en el origen.** Esto puede permitir un mejor reciclaje y una materia prima más limpia para el tratamiento de residuos orgánicos. Los programas de segregación en origen son más efectivos cuando están acompañados de campañas educativas y de divulgación para los generadores de residuos y el personal de recolección. Los gobiernos locales también pueden necesitar proporcionar la infraestructura (p. ej., contenedores o receptáculos para las diferentes categorías de residuos) para que estos programas se implementen con éxito. Para obtener más información, consulte la **Sección 9: Separación, recolección y transporte** de la [Guía](#).
- **Imponer cargos de recolección.** Las tarifas de recolección pueden incentivar a los generadores para reducir la cantidad de desechos que crean, mientras aumentan los ingresos para cubrir los costos de recolección de desechos de los gobiernos locales. Por ejemplo, los programas Pay-As-You-Throw (PAYT) cobran a los residentes una tarifa de recolección basada en la cantidad de desechos generados. Para reducir los riesgos de eliminación indebida, es posible que quienes toman decisiones deban tener en cuenta la capacidad de los residentes para pagar las tarifas de recolección; por ejemplo, cobrar diferentes montos de tarifas según los ingresos.
- **Aumentar la cobertura de recolección** a áreas y comunidades desatendidas ayudará a reducir el vertido ilegal donde la descomposición de los residuos orgánicos puede generar metano y la quema de residuos que produce emisiones de dióxido de carbono y carbono negro. Algunas comunidades están desatendidas debido a problemas de acceso, lo que incluye carreteras estrechas y congestión. Se pueden utilizar triciclos de pedal para la recolección en dichas áreas para aumentar la cobertura de recolección.
- **La prohibición de la quema abierta de desechos** puede reducir el carbono negro y otros contaminantes tóxicos dañinos que afectan la calidad del aire y la salud humana. Sin embargo, dichas prohibiciones requieren que se implemente una infraestructura adecuada para la recolección, ya que los generadores de residuos a menudo recurren a quemar residuos debido a servicios de recolección inadecuados.
- **Optimizar las rutas de recolección** garantiza que los vehículos utilicen la ruta y el tiempo más eficientes para recolectar residuos y se eliminen las rutas de recolección de residuos superpuestas y disminuya la cantidad de casos en los que los vehículos viajan con cargas menos que completas (Anexo 3). Para obtener más información sobre cómo optimizar las rutas de recolección, consulte la **Sección 9: Separación, recolección y transporte** de la [Guía](#).
- **La implementación de flotas más ecológicas**, como vehículos eléctricos y triciclos de pedal, para la recolección de residuos puede reducir las emisiones de dióxido de carbono y carbono negro. El gas natural comprimido de LFG es utilizado por algunas ciudades (p. ej., Hyderabad en India, Río de Janeiro en Brasil) como alternativa a los combustibles fósiles como el diésel y la gasolina.

3.3 Reciclaje

El reciclaje, al recolectar y separar los materiales reciclables del flujo de residuos, reduce el consumo de combustibles fósiles y materiales vírgenes para crear nuevos productos y, por lo tanto, mitiga los contaminantes climáticos anteriores. Las mejores prácticas para mejorar el reciclaje incluyen las siguientes:

- **Integración del sector informal de reciclaje.** Los recicladores informales dependen en gran medida de la recuperación y venta de materiales valiosos de los desechos como fuente de ingresos. Sin la capacitación y el equipo adecuados que normalmente se proporcionan a los recicladores en el sector formal, los recicladores informales pueden recurrir a prácticas como la quema de residuos para extraer metales reciclables. Para evitar el reciclaje inadecuado y aumentar la capacidad de reciclaje, quienes toman decisiones pueden considerar integrar a los trabajadores de reciclaje informales en el empleo formal al promover su reconocimiento legal y ofrecer capacitación formal en el lugar de trabajo. Si los trabajadores del sector informal se muestran reacios a ingresar al lugar de trabajo formal, quienes toman decisiones podrían realizar actividades de divulgación para garantizar que los desechos no se quemen para la recuperación de materiales. Para obtener más información sobre la integración del sector informal de reciclaje, consulte el **capítulo complementario de Equidad y Gestión de residuos sólidos** de la [Guía](#).



- **Requerir el uso de material reciclable.** Reducir la cantidad de recursos naturales vírgenes necesarios para producir un cierto nivel de producción y reciclar material de desecho posterior al consumo en el proceso de fabricación puede reducir el consumo de energía y evitar emisiones. Se pueden iniciar leyes, regulaciones o políticas que requieran una cierta cantidad de plástico posconsumo en nuevos envases de plástico o un cierto porcentaje de papel reciclado en la fabricación de nuevos productos de papel. En ausencia de dichas iniciativas, las agencias gubernamentales también podrían adoptar procesos de adquisición de compras sostenibles en los que sus compras requieran el uso de material reciclado cuando corresponda.
- **Establecimiento de políticas de responsabilidad extendida del productor (EPR).** Las políticas de EPR imponen una responsabilidad compartida por la gestión de productos al final de la vida útil a los productores y otras entidades en la cadena de productos, en lugar de exigir a los consumidores que paguen por la eliminación de desechos. Las políticas voluntarias de EPR generalmente son llevadas a cabo por industrias, mientras que las políticas obligatorias de EPR son exigidas por ley e implementadas a través de regulaciones gubernamentales. Las políticas de EPR pueden apuntar a varios puntos en el ciclo de vida de un producto. Por ejemplo, los impuestos sobre los materiales incentivan a los productores a utilizar materiales ecológicos o reciclables para crear productos finales. Los esquemas de depósito-reembolso, a veces considerados la forma más temprana de EPR, promueven el reciclaje al exigir a los compradores que paguen un depósito que podría reembolsarse si devuelven el producto para su reciclaje o eliminación. Para obtener más información sobre las políticas de EPR, consulte la **Sección 6: Consideraciones económicas** en la [Guía](#).
- **Establecer programas para mejorar el reciclaje.** Los programas PAYT crean un incentivo para que los residentes y las empresas reciclen más a medida que reducen la cantidad de desechos para minimizar las tarifas de recolección. Estos tipos de programas pueden diseñarse junto con programas de incentivos que recompensan a las personas por depositar materiales reciclados (p. ej., botellas de vidrio o plástico) en puntos centrales de recolección [C40 Knowledge Hub sin fecha]. El desarrollo de mercados de reciclaje, incluido el desarrollo de plataformas en línea para conectar a vendedores y compradores, también puede ayudar a aumentar el reciclaje.

3.4 Tratamiento

Al seleccionar tecnologías de tratamiento de residuos, los que toman decisiones pueden considerar posibles reducciones de emisiones junto con otros factores técnicos y financieros. Las mejores prácticas para reducir las emisiones del tratamiento de residuos incluyen:

- **Determinar el tamaño adecuado de las instalaciones de tratamiento.** Las instalaciones de menor tamaño pueden tener una capacidad inadecuada para manejar los desechos, lo que conduce a la acumulación de desechos orgánicos fuera del sitio que podrían descomponerse y generar metano. Por otro lado, las instalaciones de gran tamaño pueden no ser rentables, ya que pueden estar funcionando por debajo de su capacidad y desperdiciando energía. La caracterización de desechos es necesaria para comprender la cantidad y el tipo de desechos que se deben gestionar actualmente. Para determinar el tamaño adecuado de las instalaciones, es importante considerar las proyecciones de la población y el cambio de hábitos del consumidor junto con la caracterización de los residuos.
- **Mejorar las operaciones y el mantenimiento.** La falta de capacitación a menudo resulta en un mal funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones de tratamiento, lo que conduce a problemas como fugas de gas en las instalaciones de digestión anaeróbica o lixiviado en las instalaciones de compostaje. Quienes toman decisiones pueden considerar proporcionar capacitación a los trabajadores de las instalaciones sobre las mejores prácticas para mantener y operar las instalaciones de tratamiento.
- **Desarrollar un sistema de medición, informe y verificación de emisiones (MRV).** Medir y hacer un seguimiento de las emisiones y la reducción de emisiones de los proyectos de residuos sólidos puede ayudar a quienes toman decisiones a implementar soluciones adecuadas de control de emisiones (Anexo 4). Se puede usar el [Manual del responsable de la formulación de políticas de la Iniciativa Global de Metano para la medición, el informe y la verificación en el sector del biogás](#) para implementar las mejores prácticas para el MRV a nivel de proyecto (GMI 2022).



3.5 Eliminación

Los vertederos y botaderos abiertos son fuentes significativas de emisiones de carbono negro y metano. Las mejores prácticas para mitigar las emisiones de la eliminación de residuos sólidos incluyen:

- **Corregir o cerrar los botaderos existentes.** Los botaderos a cielo abierto se diferencian de los rellenos sanitarios en que el relleno sanitario es un diseño de ingeniería, que consiste en una variedad de sistemas para controlar los impactos de la eliminación de tierras en la salud humana, la seguridad y el medio ambiente. Las evaluaciones del sitio ayudan a determinar si un botadero debe cerrarse o si es adecuado para su conversión en un vertedero controlado donde se puedan implementar algunas prácticas de gestión, como la recolección de lixiviado, la cubierta del suelo y los sistemas de recolección de gas. Después de una evaluación inicial, un sitio necesitará preparación, incluida la nivelación del sitio, la construcción de drenaje, la instalación de cercas y los sistemas de recolección de lixiviado y gas. Los sitios controlados pueden ser monitoreados regularmente para comprender la composición de desechos y la producción de metano. Los botaderos podrían cerrarse con sistemas de recolección de LFG para evitar emisiones de metano. Los incendios en vertederos con emisiones de carbono negro resultantes también pueden evitarse mediante la remediación y el cierre de los botaderos. Para obtener más información sobre la gestión de botaderos, consulte la **Sección 12: Gestión de botaderos** de la [Guía](#).
- **Desviar los residuos orgánicos de los botaderos y vertederos.** Los gobiernos pueden prohibir la eliminación de residuos orgánicos en botaderos y vertederos abiertos. A través de la separación en origen durante el proceso de recolección y mejores procesos de tratamiento, los materiales orgánicos pueden desecharse a través del compostaje o la digestión anaeróbica. El compostaje y la digestión anaeróbica pueden reducir la emisión de metano a la atmósfera, y este último permite el uso de metano como combustible renovable. Para obtener más información, consulte la **Sección 10: Gestión de residuos orgánicos** de la [Guía](#).
- **Imponer cargos y prohibiciones de vertederos.** Quienes toman decisiones pueden cobrar a los usuarios honorarios por los desechos que terminan en el vertedero. La mayoría de los países de bajos ingresos tienen tarifas bajas, o ninguna, para depositar basura en vertederos. Estas tarifas incentivarán el reciclaje y el tratamiento de los residuos orgánicos para minimizar el costo de la eliminación. Quienes toman decisiones también pueden imponer prohibiciones de vertederos para prohibir que ciertos materiales o artículos se desechen en vertederos. Sin embargo, antes de implementar prohibiciones de vertederos, se debe evaluar la idoneidad de este enfoque. Las prohibiciones de vertederos pueden aumentar los riesgos de vertederos abiertos u otros métodos inadecuados de eliminación de residuos en áreas con capacidad limitada para el reciclaje y tratamiento de residuos.
- **Recuperar energía de vertederos.** El LFG puede utilizarse como fuente de energía al reducir las emisiones locales de metano. Se estima que un sistema de energía LFG capturará aproximadamente entre el 60 y el 90 por ciento del metano emitido desde el vertedero, según el diseño y la efectividad del sistema (EPA de EE. UU. 2022b). La producción de energía de LFG compensa el uso de combustibles fósiles para producir la misma cantidad de energía y reduce aún más la cantidad de GEI liberados a la atmósfera. Debe tenerse en cuenta que estos sistemas deben monitorearse para detectar y reparar fugas.

Preguntas para quienes toman decisiones

- ¿Se proporcionan servicios de recolección de residuos de manera integral y periódica?
- ¿Son eficientes las rutas de recolección?
- ¿Se separan y tratan los residuos orgánicos?
- ¿Se eliminan los desechos en vertederos sanitarios o botaderos?
- ¿Se monitorean las emisiones de contaminantes climáticos (p. ej., metano, carbono negro, dióxido de carbono) de la recolección, el reciclaje, el tratamiento y la eliminación de residuos?

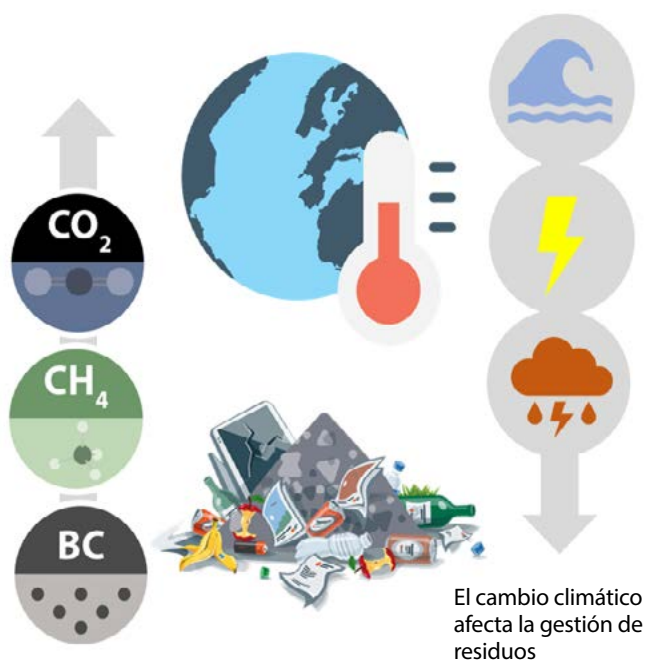


Sección 4

¿Cómo afecta el cambio climático a la gestión de residuos sólidos?

El cambio climático puede interrumpir las operaciones de gestión de residuos sólidos y dañar la infraestructura. El Anexo 5 resume la relación entre el sector de residuos sólidos y el cambio climático.

Anexo 5. Sector de residuos sólidos y relación con el cambio climático



El aumento de las temperaturas superficiales, las precipitaciones más intensas, el aumento del nivel del mar y los eventos climáticos extremos, como ciclones, huracanes y vientos fuertes, podrían afectar la generación, recolección, reciclaje, tratamiento y eliminación de desechos (USAID 2011). En los países en desarrollo, los impactos climáticos en el sector de residuos sólidos a menudo afectan de manera desproporcionada a las poblaciones pobres y marginadas que residen cerca de los sitios de tratamiento de residuos o sitios de eliminación y a aquellas que trabajan en el sector de residuos.

Esta sección analiza los impactos del cambio climático en cada etapa de la gestión de residuos sólidos (resumidos en el Anexo 6), incluidos los siguientes:

- **Generación.** Los días calurosos más largos y frecuentes podrían aumentar la producción y el consumo de tecnologías de enfriamiento, como sistemas de AC y ventiladores (IEA 2018). A medida que las tecnologías de enfriamiento avanzadas estén más ampliamente disponibles, se reemplazarán las tecnologías más antiguas y menos eficientes, lo que aumentará la generación de residuos. Además, los eventos climáticos extremos, incluidas las tormentas y el aumento del nivel del mar, pueden provocar que los desechos de los daños a la infraestructura física se manejen como residuos, y también pueden dañar el equipo y la infraestructura de reciclaje y tratamiento de residuos.
- **Recolección.** Las temperaturas más altas aumentan la necesidad de una recolección de residuos más frecuente debido a una descomposición más rápida de los desechos orgánicos. La descomposición de los desechos orgánicos causa olores, infestaciones de insectos y plagas y la liberación de bioaerosol que son perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente (Bebb y Kersey 2003). El calor extremo podría provocar enfermedades relacionadas con el calor entre los trabajadores del sector de desechos, particularmente aquellos en el sector informal, que a menudo carecen de equipo de protección personal y un espacio cubierto en el que trabajar. El aumento de las precipitaciones podría inundar las carreteras, interrumpir las rutas y los cronogramas de recolección de residuos y arrastrar los residuos no recolectados en las calles, vías fluviales y drenajes, lo que exacerba las inundaciones. El aumento de los niveles del mar podría sumergir las áreas costeras y hacer que las carreteras sean inaccesibles para los vehículos de recolección de residuos (Gichamo y Gokcekus 2019).



- **Reciclaje y tratamiento de residuos.** El calor extremo podría dañar el equipo, reducir la productividad de los trabajadores debido al estrés por calor y a enfermedades relacionadas con el calor y aumentar la demanda de equipos de refrigeración espacial, lo que afectaría la operación y la eficiencia de las instalaciones de tratamiento de residuos y reciclaje. Las condiciones calurosas y húmedas podrían aumentar las tasas de descomposición de los residuos orgánicos, lo que afectaría los procesos de digestión anaeróbica y compostaje (Bebb y Kersey 2003). El aumento de las precipitaciones y las tormentas podría inundar y dañar la infraestructura y el equipo de reciclaje y tratamiento de residuos. El aumento del nivel del mar también podría inundar y dañar el equipo y la infraestructura de reciclaje y tratamiento de residuos a lo largo de la costa (Gichamo y Gokcekus 2019).
- **Eliminación.** Las temperaturas más altas pueden aumentar la temperatura de los vertederos, lo que desencadena una serie de impactos perjudiciales para la salud y el medio ambiente. Por ejemplo, los materiales de desecho combustibles en los vertederos podrían incendiarse en calor extremo. El calor y la humedad extremos también podrían acelerar la descomposición de los desechos, lo que podría aumentar la producción de LFG, malos olores y lixiviado que contaminan el aire y el agua de las comunidades circundantes (Walker 2018). Las fuertes lluvias y tormentas aumentan los riesgos de migración de lixiviado y gases fuera del sitio. También pueden contribuir a fallas en la pendiente que a veces derivan en la muerte de los trabajadores en el sitio y las personas cercanas al vertedero. Por el contrario, la falta de lluvia podría provocar sequías que pueden aumentar los riesgos de emisiones de polvo y dispersión. El aumento del nivel del mar podría aumentar las inundaciones y la erosión de los vertederos costeros, lo que llevaría a la liberación descontrolada de residuos sólidos en las aguas costeras (Nichols et al. 2021).



CASO CONCRETO



Residuos del supertifón Haiyan

En 2013, el supertifón Haiyan arrasó con Filipinas y destruyó 1,1 millones de hogares y 33 millones de cocoteros. En la ciudad de Tacloban, el tifón generó un millón de yardas cúbicas de escombros, equivalentes a 30 pies de desechos para cubrir 10 campos de fútbol americano (The New Humanitarian 2013). Dos meses después del golpe del tifón, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP) lanzó el programa de dinero en efectivo por trabajo, que compensa a los lugareños por recolectar los residuos que dejó el tifón. El programa no solo ayudó a eliminar los residuos, sino que también ayudó a los sobrevivientes del tifón a recuperarse (UNDP 2015).

Para obtener más información, consulte el [estudio de casos de UNDP](#).



CASO CONCRETO



Incendio en el vertedero de Bhalswa en Nueva Delhi, India

En abril de 2022, se produjo un incendio masivo en el vertedero de Bhalswa, el cuarto incendio a gran escala en un vertedero de Delhi ese mes (los otros tres estaban en el vertedero de Ghazipur). Bajo calor extremo, el gas metano generado por la materia orgánica en descomposición se enciende espontáneamente y causa incendios frecuentes en los vertederos. Después de este incidente, los Servicios contra Incendios de Delhi instaron a las agencias gubernamentales responsables a descargar arena o residuos de construcción después de cada capa de residuos recién vaciados para que sirvan como barrera contra incendios (Hindustan Times 2022).

Para obtener más información, consulte el [artículo de Hindustan Times](#).



Anexo 6. Resumen de los posibles impactos del cambio climático en las diferentes etapas del manejo de residuos sólidos

	Aumento de la temperatura	Cambios en la precipitación	Clima extremo	Aumento del nivel del mar
Generación	<ul style="list-style-type: none"> Mayor generación de residuos a partir del reemplazo de tecnologías de enfriamiento antiguas 	<ul style="list-style-type: none"> Residuos de equipos e infraestructura dañados como resultado de inundaciones por mayores precipitaciones 	<ul style="list-style-type: none"> Residuos de fuertes vientos, ciclones y huracanes 	<ul style="list-style-type: none"> Residuos de equipos e infraestructura de reciclaje y tratamiento de residuos dañados como resultado de inundaciones
Recolección	<ul style="list-style-type: none"> Menor productividad de los trabajadores de desechos debido a enfermedades relacionadas con el calor y estrés por calor Mayor frecuencia de recolección debido a la descomposición de residuos orgánicos 	<ul style="list-style-type: none"> Las interrupciones en las rutas y cronogramas de recolección de residuos por carreteras inundadas empeoran debido a una mayor precipitación 	<ul style="list-style-type: none"> Interrupciones en las rutas y los horarios de recolección de residuos debido a fuertes vientos, ciclones y huracanes 	<ul style="list-style-type: none"> Áreas costeras sumergidas que hacen que las carreteras sean inaccesibles para la recolección y el transporte de residuos
Reciclaje y tratamiento de residuos	<ul style="list-style-type: none"> Equipos de reciclaje y tratamiento dañados, menor productividad del trabajador y mayor demanda de refrigeración espacial Aumento de la tasa de descomposición de residuos orgánicos, que afecta el tratamiento de residuos biológicos 	<ul style="list-style-type: none"> Equipos e infraestructura de reciclaje y tratamiento de residuos dañados como resultado de inundaciones causadas por el aumento de la precipitación 	<ul style="list-style-type: none"> Infraestructura y equipo de reciclaje y tratamiento dañados como resultado de fuertes vientos, fuertes lluvias u olas de calor 	<ul style="list-style-type: none"> Infraestructura y equipo de tratamiento y reciclaje costero dañado
Eliminación	<ul style="list-style-type: none"> Mayor riesgo de incendios en vertederos Descomposición de residuos orgánicos más rápida que conduce a una mayor producción de LFG, olores y lixiviado 	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de la migración de lixiviado y gas fuera del sitio como resultado de vertederos inundados Aumento de las emisiones de polvo y dispersión por la sequía como resultado de la disminución de la precipitación Fallas en la pendiente del vertedero, que pueden provocar muertes, con lluvias excesivas 	<ul style="list-style-type: none"> Desechos vuelan fuera del sitio por vientos fuertes Sitios de vertederos inundados que aumentan los riesgos de migración de lixiviado y gases fuera del sitio 	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de las inundaciones y erosión de los vertederos costeros, lo que lleva a la liberación descontrolada de residuos sólidos en las aguas costeras



Sección 5

Mejores prácticas para mejorar la resiliencia climática de la gestión de residuos sólidos

Un sistema de gestión de residuos sólidos resistente al clima es aquel que puede anticipar, prepararse y responder al cambio climático y minimizar las interrupciones y los daños. Las estrategias de resiliencia al clima logran objetivos de equidad cuando las poblaciones vulnerables tienen los recursos adecuados necesarios para adaptarse al cambio climático. Un proceso que las ciudades pueden utilizar para mejorar la resiliencia climática en el sector de residuos sólidos incluye las siguientes acciones:

- **Identificar los impactos del cambio climático.** Las ciudades deben comprender los posibles escenarios de cambio climático en su ubicación. Si bien algunas áreas pueden verse afectadas por el calor extremo, otras pueden enfrentar tormentas más frecuentes y otras pueden enfrentar ambas. Estos escenarios tienen impactos variables en el sector de desechos, como se describe en la sección anterior.
- **Realizar una evaluación de riesgos y vulnerabilidades en la gestión de residuos sólidos.** En las ciudades pueden resultar útiles las evaluaciones para identificar riesgos y vulnerabilidades específicos para su sistema de gestión de residuos sólidos y los enfoques alternativos para desarrollar resiliencia.
- **Desarrollar e implementar un plan de resiliencia climática.** Después de identificar estrategias para reducir los impactos climáticos, las ciudades pueden desarrollar e implementar un plan de resiliencia climática para garantizar que su sistema de gestión de residuos sólidos pueda responder al cambio climático y continuar operando sin problemas. Las ciudades pueden buscar activamente la opinión de las partes interesadas clave en el desarrollo del plan. Pueden alinear sus planes con las metas, políticas y programas nacionales de clima y desarrollo para aportar beneficios secundarios, como mejorar la salud pública, crear empleos y prevenir daños ambientales. Muchos países han desarrollado planes nacionales de adaptación, y es importante integrar el sector de gestión de residuos en estos planes. Por ejemplo, las iniciativas de adaptación para

las comunidades marginadas en áreas propensas a inundaciones también deben considerar la prestación de servicios de recolección de residuos para estas áreas.

- **Monitorear el progreso y modificarlo según sea necesario.** Las ciudades deben medir la efectividad de un plan de resiliencia climática y modificarlo según sea necesario. Los planes de resiliencia climática deben ser flexibles y pueden modificarse a medida que las ciudades atraviesan eventos de cambio climático y encuentran vulnerabilidades en sus planes.

5.1 Participación de las partes interesadas ✓

Incluir a las partes interesadas en todo el sistema de gestión de residuos sólidos es fundamental para desarrollar resiliencia. Las partes interesadas incluyen aquellas que reciben y proporcionan servicios de gestión de residuos en los sectores público y privado, y especialmente poblaciones marginadas, como trabajadores del sector informal y aquellas que viven cerca de instalaciones de tratamiento y eliminación de residuos.

Las ciudades pueden crear conciencia sobre los impactos del cambio climático en la gestión de residuos sólidos y las mejores prácticas para reducir estos impactos. Las partes interesadas también pueden colaborar con las ciudades para prepararse y responder a eventos climáticos peligrosos. Quienes toman decisiones pueden considerar las siguientes mejores prácticas al crear un plan de participación de las partes interesadas para la resiliencia climática:

- **Identificar a las partes interesadas con una perspectiva de equidad.** Los grupos marginados, incluidas las mujeres, los trabajadores del sector informal, los residentes de asentamientos informales, los grupos indígenas y las minorías étnicas, pueden enfrentar barreras económicas, políticas, sociales y culturales que inhiben su capacidad de



interactuar con organismos gubernamentales y participar en la toma de decisiones. Estos grupos son a menudo los más vulnerables a los impactos climáticos debido a su bajo nivel socioeconómico. Para obtener más información sobre la equidad en la gestión de residuos sólidos, consulte el **capítulo complementario de Equidad y Gestión de residuos sólidos**.

- **Evaluar los riesgos y las vulnerabilidades de cada grupo de partes interesadas.** Cada grupo de partes interesadas puede verse afectado por los peligros relacionados con el clima de una manera diferente. Por ejemplo, los trabajadores de reciclaje informales pueden ser más vulnerables a los peligros relacionados con el clima que los formales debido a su acceso limitado al refugio y al equipo adecuado de salud y seguridad.
- **Informar a las partes interesadas sobre los riesgos climáticos.** Las partes interesadas deben ser informadas con frecuencia sobre los riesgos climáticos para permitirles prepararse y reaccionar ante estos riesgos. Quienes toman decisiones pueden establecer una plataforma o campaña para informar periódicamente a las partes interesadas sobre los impactos del cambio climático y las actividades de adaptación. Esto puede hacerse en forma de boletines informativos, publicaciones en redes sociales, actualizaciones de sitios web, anuncios de servicio público en radio y televisión, mensajes de texto y correos electrónicos.
- **Incluir activamente a las partes interesadas en la planificación de resiliencia.** Quienes toman decisiones pueden considerar crear un plan de participación comunitaria para comprender las necesidades de la comunidad. El plan de participación podría centrarse en los riesgos climáticos de alta prioridad que enfrenta la comunidad y podría incluir la celebración de reuniones públicas periódicas.

5.2 Integración de la gestión de residuos sólidos en la planificación de resiliencia

El sector de residuos sólidos depende en gran medida de los sectores de energía, agua y transporte. Los vínculos sistemáticos de la gestión de residuos sólidos con otros sectores económicos requieren su integración en una planificación de resiliencia climática más amplia (ONU-Hábitat 2011). Las interrupciones en otros sectores económicos pueden tener un efecto dominó en la gestión de residuos sólidos. Por ejemplo, las fallas del sistema de energía debido a tormentas pueden afectar las operaciones en los sitios de procesamiento de residuos.

La infraestructura de transporte, como carreteras o puentes, puede quedar bloqueada por inundaciones o derrumbes, lo que interrumpe el transporte de residuos de los sitios de recolección, reciclaje o tratamiento de residuos. La mala recolección de residuos también puede afectar a otros sectores, ya que los plásticos y otros residuos pueden bloquear los drenajes y exacerbar aún más las inundaciones en las ciudades. Las mejores prácticas para integrar la gestión de residuos sólidos en la planificación de resiliencia climática incluyen:

- **Revisar los planes de resiliencia climática a nivel nacional.** Una comprensión de las políticas nacionales existentes sobre la mitigación y adaptación del cambio climático puede ayudar a quienes toman decisiones a identificar vínculos y oportunidades para alinear las estrategias de resiliencia del sector de residuos sólidos. Pueden comenzar por compilar y revisar las políticas de cambio climático a nivel nacional, incluidas las contribuciones determinadas a nivel nacional y los planes nacionales de adaptación (OECD 2021). La mitigación del metano de las prácticas mejoradas de gestión de residuos sólidos puede incluirse en las contribuciones determinadas a nivel nacional. Las mejoras a la infraestructura de residuos sólidos, incluidos los vertederos y las instalaciones de tratamiento, pueden abordarse en los planes nacionales de adaptación (Banco Mundial 2011).
- **Establecer vínculos entre los planes de resiliencia del sector de residuos sólidos y los planes nacionales (Anexo 7).** El desarrollo de infraestructura es uno de los componentes principales de los planes de desarrollo económico nacionales y locales. Quienes toman decisiones pueden beneficiarse de la creación de un inventario de infraestructura de residuos sólidos y activos en riesgo de impactos climáticos. Dicho inventario puede ayudar a los gobiernos nacionales y subnacionales a identificar las instalaciones en riesgo y determinar las prioridades para las inversiones para la resiliencia al clima (Hallegatte, Rentschler y Rozenberg 2020).
- **Participar con entidades gubernamentales sectoriales y actores no estatales relevantes.** La coherencia entre las políticas del sector de residuos sólidos y los objetivos de desarrollo nacionales y subnacionales implica una coordinación cuidadosa entre las agencias gubernamentales tanto a nivel nacional como local. Quienes toman decisiones y son responsables de la gestión de residuos sólidos pueden interactuar con otras agencias gubernamentales y actores no estatales relevantes para determinar los objetivos de la política y las acciones prioritarias para la resiliencia climática y asignar responsabilidades para supervisar e implementar las acciones (OECD 2021).





ANEXO 7 ESTUDIO DE CASO



Gestión de residuos sólidos en el Programa de Acción Nacional para la Adaptación (NAPA) de las Islas Salomón

En las Islas Salomón, históricamente se han implementado estrategias de adaptación en la gestión de residuos sólidos en virtud de diversas legislaciones y estatutos. En 2008, las Islas Salomón establecieron la gestión de residuos sólidos como prioridad en su NAPA. A través del NAPA, en las Islas Salomón se desarrolló un plan integrado de resiliencia climática para la gestión de residuos sólidos que permitiría una mejor coordinación entre todos los departamentos y organizaciones relevantes.

Para obtener más información, consulte el [Programa Nacional de Acción para la Adaptación de las Islas Salomón](#).

5.3 Planificación de la gestión de residuos sólidos en caso de desastre ✓

Los desastres naturales a gran escala pueden generar más residuos de desastres de los que muchas comunidades pueden manejar. Recuperar y reciclar algunos de los residuos que quedan después de un desastre natural, incluidos los escombros de construcción y la vegetación, como árboles y plantas u hojas derribados, puede ayudar a las comunidades con la reducción general de residuos y la gestión de materiales. Las mejores prácticas para crear un plan en caso de desastre para la gestión de residuos sólidos incluyen las siguientes:

- **Mejorar la preparación para la gestión de residuos en caso de desastres (Anexo 8)**, que puede incluir:
 - Realizar evaluaciones de riesgos y vulnerabilidades de la infraestructura de residuos existente.
 - Identificar posibles flujos de residuos que un desastre podría generar en una comunidad.
 - Evaluar la capacidad de los programas existentes de reutilización y reciclaje para manejar los desechos de desastres.
 - Considerar estrategias de recolección y transporte de residuos posteriores al desastre.
 - Determinar y seleccionar posibles sitios e instalaciones de gestión de residuos.
 - Incluir a actores públicos y privados e identificar sus funciones en la recolección y eliminación de residuos después de un desastre.
- **Crear un sistema de advertencia temprana**, que comience una vez que se anuncie un peligro relacionado con el clima (p. ej., inundación o ciclón). Después de esta advertencia, se puede activar el plan de preparación para desastres, lo que indica a quienes toman decisiones que comiencen a identificar posibles ubicaciones para la eliminación de desechos. Se pueden establecer sitios temporales de gestión de residuos sólidos para prepararse para el almacenamiento seguro de residuos de desastres que tal vez no sea posible transportar a vertederos regulados.
- **Implementar un plan de respuesta ante emergencias**, que implique una evaluación rápida del tipo, la escala y la ubicación de los desechos de desastres.
- **Implementar un plan de recuperación de desechos de desastre**, que implique restaurar, reanudar y reconstruir todos los servicios e instalaciones de desechos afectados. Los operadores de campo capacitados pueden recolectar, reciclar y eliminar los residuos de desastres según el plan de recuperación.
- **Crear un plan para gestionar los residuos de las operaciones de reconstrucción**, que probablemente implique la rehabilitación de cualquier instalación de gestión de residuos sólidos dañada.





ANEXO 8 ESTUDIO DE CASO



Gestión de residuos de desastres en Japón

Japón es uno de los países más preparados para desastres del mundo. Después del terremoto y tsunami de Tōhoku en marzo de 2011, el Ministerio de Medio Ambiente de Japón estableció un grupo de trabajo, compuesto por más de 100 expertos de agencias gubernamentales, instituciones de investigación, instituciones académicas e industrias, para gestionar los residuos generados por el desastre. El Ministerio de Medio Ambiente creó pautas para que los municipios manejen los residuos de desastres, incluidas pautas para maximizar el reciclaje de residuos de desastres y confiar en el empleo local para la recuperación de residuos.

Para obtener más información sobre la gestión de residuos de desastres en Japón, consulte el informe [What a Waste 2.0](#) del Banco Mundial.

5.4 Infraestructura y operaciones resilientes al clima de los residuos sólidos ✓

Las situaciones climáticas estresantes pueden afectar tanto la infraestructura como las operaciones de residuos sólidos. El Anexo 9 proporciona una lista de medidas establecidas para minimizar los daños relacionados con el clima a la infraestructura y las operaciones de residuos sólidos en cada etapa del proceso de gestión de residuos sólidos.

Anexo 9. Medidas para mejorar la resiliencia en la gestión de residuos sólidos

Etapas de gestión de residuos sólidos	Medidas para mejorar la resiliencia
Generación	<ul style="list-style-type: none"> • Promover la reducción de desechos a través de actividades de concientización • Implementar la segregación de desechos en el origen • Desarrollar protocolos para la gestión de residuos de desastres
Recolección	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar que los contenedores y vehículos de recolección de residuos estén asegurados y cubiertos adecuadamente para evitar que vuelen desechos y contenedores por vientos fuertes • Reprogramar la recolección de residuos en condiciones climáticas extremas (p. ej., calor, frío, tormentas) para reducir los riesgos para la salud de los trabajadores • Aumentar la frecuencia de recolección de residuos para evitar la acumulación de residuos
Reciclaje y tratamiento de residuos	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar defensas contra el aumento del nivel del mar • Mejorar la ubicación de las instalaciones de reciclaje y tratamiento lejos de las planicies de inundación (p. ej., áreas bajas cerca de ríos o áreas costeras)
Eliminación	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar sistemas de control de lixiviado en vertederos para reducir la migración de lixiviado fuera del sitio • Desviar los desechos orgánicos del vertedero a través de la recolección de desechos orgánicos segregados para reducir la probabilidad de incendios en vertederos por calor extremo • Gestionar los sitios de desecho para evitar fallas en las pendientes durante lluvias intensas porque pueden ser mortales para los que residen cerca del sitio y los trabajadores del sector informal en el sitio • Desarrollar defensas contra el aumento del nivel del mar • Implementar prácticas de prevención de incendios durante el calor extremo (p. ej., la aplicación de una cubierta de vertedero diaria con desechos inertes) • Inspeccionar y monitorear el riesgo de deslizamientos de tierra y contaminación de aguas subterráneas • Colocar los vertederos lejos de los suministros de agua potable • Compactar diariamente los desechos en los sitios de eliminación para evitar derrumbes



Preguntas para quienes toman decisiones

- ¿Cuáles son los posibles cambios climáticos extremos locales debido al cambio climático global (p. ej., aumento de precipitaciones, aumento de la frecuencia de tormentas)?
- ¿Cuáles son los activos de infraestructura actuales para la gestión de residuos sólidos y cómo podrían afectarlos los posibles eventos climáticos extremos?
- ¿Los sistemas de recolección y transporte de residuos sólidos están diseñados para funcionar en escenarios climáticos cambiantes?
- ¿Los sitios de tratamiento y eliminación de residuos están diseñados para minimizar los impactos de las inundaciones u otros riesgos climáticos?



Bibliografía

- Baldicantos, C. 2014. Houses and Vital Infrastructure Were Flattened in Typhoon-Hit Areas Such as Tacloban City, Leyte. Fotografía. <https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736%2814%2960590-0/fulltext>. Consultado el 28 de diciembre de 2022.
- Bebb, J. y Kersey, J. 2003. Potential Impacts of Climate Change on Waste Management. <https://www.nswai.org/docs/Potential%20Impacts%20of%20Climate%20Change%20on%20Waste%20Management.pdf>. Consultado el 28 de diciembre de 2022.
- C40 Knowledge Hub. Sin fecha. How cities can boost recycling rates. https://www.c40knowledgehub.org/s/article/How-cities-can-boost-recycling-rates?language=en_US. Consultado el 26 de enero de 2023.
- Castro, P. et al. 2021. Waste Management Strategies to Mitigate the Effects of Fluorinated Greenhouse Gases on Climate Change. <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/10/4367>. Consultado el 26 de enero de 2023.
- Centro de Derecho Ambiental Internacional (Center for International Environmental Law, CIEL). 2019. Plastic & Climate – The Hidden Costs of a Plastic Planet. <https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2019/05/Plastic-and-Climate-FINAL-2019.pdf>. Consultado el 8 de mayo de 2023.
- Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC) Residuos. Sin fecha(a). <https://www.ccacoalition.org/en/initiatives/waste-hub>. Consultado el 27 de marzo de 2023.
- Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC). Sin fecha(b). Carbono negro. <https://www.ccacoalition.org/short-lived-climate-pollutants/black-carbon>. Consultado el 27 de marzo de 2023.
- Climate Watch. (2019). Historical GHG Emissions. https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?breakBy=sector&chartType=percentage&end_year=2019&source=Climate%20Watch&start_year=1990. Consultado el 27 de marzo de 2023.
- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). 2022. Biodegradable Waste Management at home: A Guidebook. <https://greentechknowledgehub.de/publications/biodegradable-waste-management-home>. Consultado el 8 de mayo de 2023.
- Gichamo, T y Gokcekus, H. 2019. Interrelation between Climate Change and Solid Waste. <https://translateyar.ir/wp-content/uploads/2020/12/Interrelation-between-Climate-Change-and-Solid-Waste.pdf>. Consultado el 28 de diciembre de 2022.
- Alianza Global para Alternativas a la Incineración de Residuos (Global Alliance for Incinerator Alternatives, GAIA). (2022). Zero Waste to Zero Emissions. https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2022/11/zero-waste-to-zero-emissions_full-report.pdf. Consultado el 20 de abril de 2023.
- Iniciativa Global de Metano (GMI). 2015. Global Methane Emissions and Mitigation Opportunities. <https://www.globalmethane.org/documents/gmi-mitigation-factsheet.pdf>.
- Iniciativa Global de Metano (GMI). 2022. Policy Maker's Handbook for Measurement, Reporting, and Verification in the Biogas Sector. <https://globalmethane.org/resources/details.aspx?resourceid=5182>. Consultado el 26 de enero de 2023.
- Hallegatte, S., J. Rentschler y J. Rozenberg. 2020. Adaptation Principles: A Guide for Designing Strategies for Climate Change Adaptation and Resilience. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/34780>. Consultado el 19 de enero de 2023.
- Hindustan Times. 2022. Massive fire at Bhalswa landfill in north Delhi, 4th landfill fire in a month. <https://www.hindustantimes.com/india-news/massive-inferno-at-bhalswa-landfill-in-north-delhi-4th-landfill-fire-in-a-month-101650992868377.html>. Consultado el 28 de diciembre de 2022.



- Agencia Internacional de la Energía (International Energy Agency, IEA). 2018. The Future of Cooling: Opportunities for Energy-Efficient Air Conditioning. https://iea.blob.core.windows.net/assets/0bb45525-277f-4c9c-8d0c-9c0cb5e7d525/The_Future_of_Cooling.pdf. Consultado el 28 de diciembre de 2022.
- International Solid Waste Association (ISWA). 2022. ISWA Declaration on Climate Change and the Waste and Resources Management Sector. <https://www.iswa.org/wp-content/uploads/2022/11/2022-ISWA-Declaration-on-Climate-Change.pdf?v=7516fd43adaa>. Consultado el 30 de enero de 2023.
- Nichols, R. et al. 2021. Coastal Landfills and Rising Sea Levels: A Challenge for the 21st Century. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2021.710342/full>. Consultado el 28 de diciembre de 2022.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD). 2021. Strengthening Climate Resilience: Guidance for Governments and Development Co-operation. https://www.oecd-ilibrary.org/environment/strengthening-climate-resilience_4b08b7be-en. Consultado el 19 de enero de 2023.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD). 2022. Global Plastics Outlook: Policy Scenarios to 2060. <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/aa1edf33-en/index.html?itemId=/content/publication/aa1edf33-en>. Consultado el 26 de enero de 2023.
- Pew Charitable Trusts. 2020. Breaking the Plastic Wave. https://www.pewtrusts.org/-/media/assets/2020/07/breakingtheplasticwave_report.pdf. Consultado el 27 de febrero de 2023.
- The New Humanitarian. 2013. Cash-for-work clean up in Tacloban. <https://www.thenewhumanitarian.org/news/2013/12/02/cash-work-cleanup-tacloban>. Consultado el 30 de enero de 2023.
- Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID). 2022a. The Building Blocks of a Circular Economy: USAID's Local Systems Approach to Reducing Ocean Plastic Pollution. https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/2022-05/Building-Blocks-Circular-Economy_May172022.pdf. Consultado el 2 de febrero de 2023.
- USAID. 2022b. The Building Blocks of a Circular Economy: USAID's Local Systems Approach to Reducing Ocean Plastic Pollution. https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/2022-05/Building-Blocks-Circular-Economy_May172022.pdf. Consultado el 2 de febrero de 2023.
- Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID). 2022b. Clean Cities, Blue Ocean Quarterly Progress Report. https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00ZSK4.pdf. Consultado el 26 de enero de 2023.
- Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos. 2011. Solid Waste Management – Addressing Climate Change Impacts on Infrastructure: Preparing for Change. https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/Infrastructure_SolidWasteManagement.pdf. Consultado el 30 de enero de 2023.
- Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU. (EPA de los EE. UU.). 2022a. Sustainable Materials Management: Non-Hazardous Materials and Waste Management Hierarchy. <https://www.epa.gov/smm/sustainable-materials-management-non-hazardous-materials-and-waste-management-hierarchy>. Consultado el 27 de enero de 2023.
- EPA de los EE. UU. 2021. LFG Energy Project Development Handbook. https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-07/pdh_full.pdf. Consultado el 5 de mayo de 2023.
- EPA de los EE. UU. 2022b. Benefits of Landfill Gas Energy Projects. <https://www.epa.gov/lmop/benefits-landfill-gas-energy-projects#:~:text=It%20is%20estimated%20that%20an,is%20burned%20to%20produce%20electricity>. Consultado el 27 de enero de 2023.
- EPA de los EE. UU. 2022c. Waste Management Benefits, Planning and Mitigation Activities for Homeland Security Incidents. <https://www.epa.gov/homeland-security-waste/waste-management-benefits-planning-and-mitigation-activities-homeland#preincident>. Consultado el 27 de enero de 2023.
- EPA de los EE. UU. Sin fecha. Understanding Global Warming Potentials. [https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials#:~:text=Methane%20\(CH4\)%20is%20estimated,less%20time%20than%20CO2](https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials#:~:text=Methane%20(CH4)%20is%20estimated,less%20time%20than%20CO2). Consultado el 27 de marzo de 2023.
- ONU-Hábitat. 2011. Planning for Climate Change: A Strategic, Values-Based Approach for Urban Planners. <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/Planning%20for%20Climate%20Change.pdf>. Consultado el 30 de enero de 2023.



- Organización de Naciones Unidas (ONU). Sustainable Development Goal 11 – Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/goal-11/#:~:text=Globally%2C%202%20billion%20people%20were,economies%20become%20more%20consumer%2Doriented>. Consultado el 27 de enero de 2023.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP). 2008. Solomon Islands National Adaptation Programme of Action (NAPA) Documento oficial – Noviembre de 2008. <https://www.adaptation-undp.org/resources/assessments-and-background-documents/solomon-islands-national-adaptation-programme-action>. Consultado el 30 de enero de 2023.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP). 2015. Support to Typhoon Recovery and Resilience in the Visayas. <https://www.undp.org/publications/support-typhoon-recovery-and-resilience-visayas>. Consultado el 30 de enero de 2023.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP). 2019. Global Resources Outlook – 2019: Natural Resources for the Future We Want. <https://www.resourcepanel.org/reports/global-resources-outlook>. Consultado el 26 de enero de 2023.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP). 2021. Global Methane Assessment: Benefits and Costs of Mitigating Methane Emissions. <https://www.unep.org/resources/report/global-methane-assessment-benefits-and-costs-mitigating-methane-emissions>. Consultado el 26 de enero de 2023.
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC). 2012. Project and Leakage Emissions from Anaerobic Digesters. <https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-14-v1.pdf>. Consultado el 27 de enero de 2023.
- Walker, J. 2018. When Temperatures Rise—The Challenges of Hot Landfills. <https://www.tetrattech.com/en/blog/when-temperatures-rise-the-challenges-of-hot-landfills#:~:text=At%20140%C2%B0F%2C%20HDPE,rainwater%20to%20enter%20the%20landfill>. Consultado el 28 de diciembre de 2022.
- Banco Mundial. 2011. Guide to Climate Change Adaptation in Cities. <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/guidances/guide-to-climate-change-adaptation-in-cities/11237802>. Consultado el 30 de enero de 2023.
- Banco Mundial. 2018. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>. Consultado el 26 de enero de 2023.
- Foro Económico Mundial (WEF). 2019. A New Circular Vision for Electronics: Time for a Global Reboot. https://www3.weforum.org/docs/WEF_A_New_Circular_Vision_for_Electronics.pdf. Consultado el 1 de febrero de 2023.





Escanea aquí para descargar la Guía



Julio de 2023

