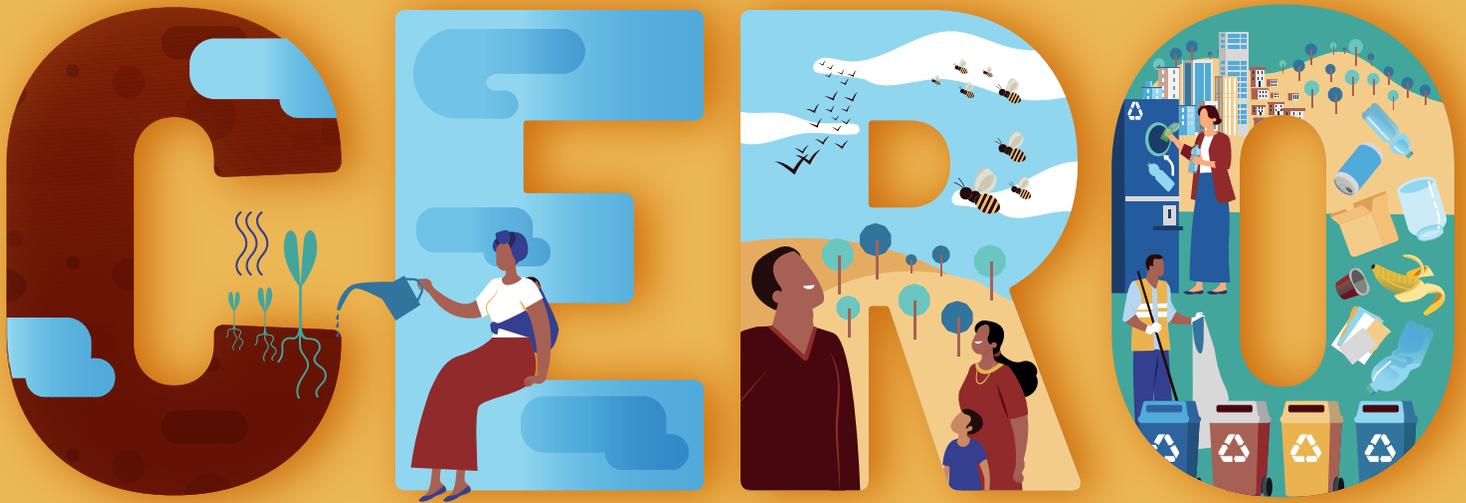


DE BASURA



A



EMISIONES

Por qué reducir los residuos es clave para combatir el cambio climático

OCTUBRE 2022



Contenidos

. Resumen ejecutivo	4
1 Introducción	10
2 Basura cero y mitigación del cambio climático	12
2.1. Introducción	13
2.2. Eliminar el metano de los vertederos mediante el tratamiento de los residuos orgánicos	14
2.2.1. Emisiones de metano	14
2.2.2. Alternativas a los vertederos	15
2.2.2.1. Prevención de residuos y rescate de alimentos	15
2.2.2.2. Recolección selectiva y tratamiento	16
2.2.3. Desechos residuales	19
2.3. Aumentar la reducción, la reutilización y el reciclaje de los residuos no orgánicos	19
2.3.1. Jerarquía de residuos	19
2.3.2. Plástico	20
2.4. Terminar con la incineración de residuos	22
2.5. Ventajas de almacenar carbono en el suelo	23
3 Basura cero y adaptación al cambio climático	26
3.1. Introducción	26
3.2. Basura cero y la prevención de inundaciones	27
3.2.1. La repercusión de las inundaciones	27
3.2.2. Los residuos empeoran las inundaciones	28
3.2.3. Implementación de sistemas de basura cero como medidas de prevención de inundaciones	28
3.3. Basura cero y control de insectos vectores	29
3.3.1. El cambio climático y el aumento de las enfermedades vectoriales	29
3.3.2. Correlación entre residuos y las enfermedades transmitidas por vectores	30
3.3.3. Basura cero como solución	31
3.4. Mejora de los suelos gracias al compostaje	31
3.4.1. Cambio climático y salud de los suelos	31
3.4.2. El compostaje como una medida de adaptación al cambio climático	31
3.4.2.1. El compostaje como solución a la falta de nutrientes en el suelo	32
3.4.2.2. Compostaje para remediar la contaminación del suelo	33
3.4.2.3. El compostaje como medida de prevención de catástrofes	33
3.4.2.4. Desafíos	33

4 Beneficios adicionales del sistema basura cero	34
4.1. Introducción	35
4.2. Beneficios medioambientales	36
4.2.1. Reducción de la contaminación atmosférica y de los residuos tóxicos	36
4.2.2. Ahorro de recursos naturales	36
4.2.3. Protección de la salud del ecosistema	36
4.2.4. Mejora de la calidad de los suelos	37
4.3. Beneficios económicos	38
4.3.1. Creación de empleo	38
4.3.2. Mejora de la economía	39
4.3.3. Sustentabilidad fiscal	40
4.3.4. Innovación empresarial	42
4.4. Beneficios sociales	44
4.4.1. Mejor acceso y seguridad a la energía	44
4.4.2. Reducción de la pobreza y la desigualdad mediante la inclusión de los recicladores	44
4.4.3. Seguridad alimentaria y del agua	45
4.4.4. Mejoras para la salud	45
4.4.5. Reducción de los factores de estrés (ruido, tráfico, congestión)	46
4.5. Beneficios políticos e institucionales: mejora de la calidad de la democracia	46
5 Estudios de caso	48
5.1. Introducción	48
5.1.1. Antecedentes	48
5.1.2. Modelización de un sistema de basura cero	48
5.2. Estudios de caso por ciudad	49
5.3. Lecciones aprendidas	82
6 Conclusiones y recomendaciones	83
7 Referencias	86
8 Apéndice: Datos y metodología (disponible en línea)	97
9 Patrocinadores	98



Resumen ejecutivo

Conforme la crisis climática se agudiza, se hace más urgente actuar desde todos los frentes, tanto para eliminar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), como para adaptarnos a un clima que cambia rápidamente. El sector de los residuos ofrece una oportunidad excepcional para que, a través de una serie de medidas, las ciudades colaboren en reducir los residuos orgánicos, reforzar la resiliencia y beneficiar significativamente la economía y la salud pública. Los residuos son la tercera fuente más grande de emisiones antropogénicas de metano más grande, reducirlos entregará rápidos resultados que evitan el calentamiento global. De hecho, las buenas prácticas en la gestión de residuos pueden influir en la reducción de emisiones de otros sectores, logrando disminuir más del 100% del total de emisiones. Al mismo tiempo, esta estrategia conocida como basura cero, permite reducir las inundaciones, impedir la transmisión de enfermedades, mejorar la salud del suelo y proveer ventajas económicas. Este informe explica por qué la estrategia de basura cero es fundamental en cualquier plan de acción climático.

62% de las emisiones mundiales de efecto invernadero proceden de la economía de producción de los materiales, desde el proceso de extracción hasta su eliminación. En los inventarios nacionales, estas emisiones se contabilizan en los sectores industrial, agrícola, del transporte, energético, y también en el de los residuos. Sin embargo, si se detiene la generación de residuos y se aplicaran mejores estrategias para su gestión, se evitaría que se generen emisiones a lo largo de todo el ciclo de vida de los bienes materiales, desde su extracción hasta el final de su vida útil. Esto significa que el potencial de mitigación que ofrece el sector de gestión de residuos, ha sido ampliamente subestimado.

Los sistemas de basura cero son una estrategia versátil que pretende reducir de manera continua la cantidad de residuos mediante la reducción en origen, la recolección selectiva, el compostaje, y el reciclaje. Ya hay más de 550 municipios de distintos contextos económicos, sociales, climáticos y legales que están aplicando este sistema. La implementación de basura cero es, además, rentable y entrega resultados rápidos.



El presente informe se organiza en torno a tres beneficios generales que conlleva incorporar la estrategia de basura cero a los sistemas actuales de gestión de residuos. Estos son: mitigación del cambio climático, adaptación, y beneficios sociales adicionales (también llamados cobeneficios). En el último capítulo, se presentan estudios de casos que exponen los beneficios de la estrategia de basura cero en ocho ciudades diferentes, demostrando que este sistema no solo es muy eficiente, sino también fácilmente adaptable a diferentes necesidades y circunstancias. Muchas ciudades en el mundo ya han implementado este sistema. Con la presentación de estos ocho ejemplos, el presente informe entrega una nueva evaluación cuantitativa de los aportes a la mitigación asociados a la estrategia de basura cero.



Mitigación del cambio climático

El sistema de basura cero contribuye a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de tres maneras: al **reducir desde el origen, recolectar y tratar los residuos orgánicos** se evitan las emisiones de metano procedente de los vertederos; al usar el **compost o el digestato en la tierra** se mejora la captación de carbono de los suelos; y al **reducir desde el origen y reciclar todos los flujos de residuos municipales** se reducen las emisiones "directas" que provienen de los procesos de extracción de los recursos naturales, su fabricación y transporte.

Conclusión clave 1:

El compostaje es un factor clave para mejorar el cambio climático

- La recolección y separación de los diferentes flujos de residuos es crucial para evitar la contaminación cruzada; la opción de tratamiento más fácil de aplicar para los residuos orgánicos es el compostaje.
- La recolección y el tratamiento de la materia orgánica separada en origen pueden reducir las emisiones de metano de los vertederos en un 62%, bajo un cálculo conservador.
- La recuperación mecánica, el tratamiento biológico de los desechos residuales y la cobertura biológica de los vertederos, son buenas medidas para complementar la recolección de residuos orgánicos separados en origen. En conjunto, estas medidas pueden reducir las emisiones de metano en torno al 95%.

Conclusión clave 2:

La estrategia de basura cero puede transformar el sector de los residuos en una fuente neta negativa de emisiones de GEI.

- Introducir mejores políticas de gestión de residuos, como la separación de residuos, el reciclaje y el compostaje, podría reducir las emisiones totales del sector de los residuos en más de 1.400 millones de toneladas de CO₂ equivalentes, lo que equivale a las emisiones anuales de 300 millones de vehículos, o a retirar de circulación todos los automóviles de Estados Unidos durante un año.

- La recolección selectiva y el tratamiento de los residuos orgánicos es clave para reducir gran parte de las emisiones de GEI que produce el sector de los residuos.
- Un programa avanzado de reciclaje contribuye a reducir las emisiones del sector minero, forestal, manufacturero y energético. Aumentar el reciclaje reduciría las emisiones de GEI del sector de los residuos en un 35% en Detroit, 30% en São Paulo, y 21% en Leópolis para el año 2030.
- En conjunto, una combinación de estos dos enfoques podrían lograr una tasa de reducción de emisiones aún mayor que el sector de los residuos. Detroit, São Paulo y Seúl alcanzarían emisiones netas negativas en un escenario en vías a una producción sin residuos.
- Esto es cierto incluso en programas relativamente modestos; la implementación completa de una estrategia de basura cero daría aún mejores resultados en cuanto a la reducción de emisiones.

Conclusión clave 3:

La reducción desde el origen es la mejor manera de reducir emisiones de GEI, específicamente para los plásticos (es más efectivo que el reciclaje).

- La estrategia de reducción en el origen es fundamental para abordar el problema del desperdicio de comida, el cual, hoy en día, comprende un tercio de la producción total de alimentos y es responsable del 10% de las emisiones mundiales de GEI.
- Otras estrategias de reducción desde el origen contemplan la restricción en la producción y distribución de productos y envases de un solo uso.
- La estrategia de reducción desde el origen es especialmente importante para abordar los plásticos, que, en su mayoría, no son reciclables y cuya producción se duplica cada veinte años.

Conclusión clave 4:

La recuperación de energía no es una estrategia de mitigación efectiva

- La captura de gases de vertederos no es una estrategia fiable, pues permite que grandes emisiones fugitivas de metano escapen.

- La incineración es una gran fuente de emisiones de gases de efecto invernadero: por cada tonelada de plástico quemado se liberan 1,43 toneladas de CO₂ incluso después de la recuperación de energía.
- Estas tecnologías no recuperan suficiente energía para compensar la huella de carbono que producen.

Adaptación al cambio climático

La estrategia de basura cero contribuye a crear resiliencia frente a los fenómenos meteorológicos extremos y los peligros para la salud consecuentes del cambio climático. Una recolección y gestión de residuos deficientes son algunos de los factores que dejan a las ciudades especialmente expuestas a estos fenómenos. Un sistema de basura cero permite aumentar la resistencia de una ciudad al **prevenir las inundaciones, evitar la transmisión de enfermedades y aumentar la calidad del suelo.**

Conclusión clave 1:

Se deben prohibir los plásticos de un solo uso, ya que los residuos plásticos agravan las inundaciones

- La prohibición de los plásticos y un sistema de recolección universal son claves para prevenir las inundaciones. La gestión inadecuada de los residuos, particularmente de las bolsas plásticas, provoca la obstrucción de los sistemas de drenaje.
- Después de haber sufrido inundaciones devastadoras, varias ciudades adoptaron medidas de prohibición de plásticos con éxito y rapidez.

Conclusión clave 2:

Prohibir los plásticos de un solo uso y mejorar la recolección de residuos, terminará con la transmisión de enfermedades

- La no recolección de los residuos, especialmente de los plásticos, permite la proliferación de hábitats para los vectores de enfermedades (por ejemplo, en aguas estancadas). Los resi-

duos de alimentos, por otra parte, suministran comida para las plagas.

- Reducir los residuos mediante la prohibición de los plásticos de un solo uso y minimizar el desecho de alimentos puede ayudar a interrumpir la cadena de transmisión de enfermedades.

Conclusión clave 3:

El compostaje contribuye significativamente a la resiliencia del suelo

- Aplicar compost a la tierra mejora los suelos deficientes en nutrientes, ya que aumenta su capacidad de almacenar nutrientes, sus propiedades bioquímicas, la producción de cultivos, y la retención de agua.
- Mejorar la calidad de los suelos previene catástrofes al evitar inundaciones, desprendimiento de tierra, y pérdida de cultivos.

Beneficios adicionales

Las estrategias de basura cero correctamente implementadas, además de frenar las repercusiones del cambio climático, contribuyen a muchas esferas bases del funcionamiento de una sociedad entregando **beneficios ambientales, económicos, sociales, políticos e institucionales.** Por ejemplo, por medio de la mejora de la salud pública, la reducción de la contaminación ambiental, el incentivo a la creación de empleo, el apoyo al desarrollo de la comunidad, y su contribución a problemas de desigualdad e injusticia social. Además, las soluciones para los residuos de la parte superior de la jerarquía de residuos, no sólo tiene los beneficios adicionales más significativos, también obtienen la mayor puntuación en cuanto a la reducción de emisiones.

Conclusión clave 1:

La estrategia de basura cero hace más por nuestra salud y el medio ambiente que la reducción de las emisiones de GEI al:

- Reducir el riesgo de cáncer y enfermedades asociadas a la dispersión de cenizas tóxicas provenientes de incineradoras y vertederos al hacerlos innecesarios;

- Ahorrar recursos naturales al disminuir la necesidad y la demanda de materiales vírgenes;
- Proteger la salud del ecosistema disminuyendo la contaminación por plásticos, que hoy está afectando a todos los organismos vivos.

Conclusión clave 2:

La estrategia de basura cero contribuye a mantener una economía próspera al:

- Ser más económica que las estrategias tradicionales de gestión de residuos;
- Ofrecer más y mejores oportunidades de empleo que los que ofrece el sistema tradicional de gestión de residuos;

Estimular el desarrollo empresarial: las prohibiciones de los plásticos de un solo uso han permitido la llegada de soluciones/empresas innovadoras.

Conclusión clave 3

La estrategia de basura cero entrega una amplia gama de beneficios sociales al:

- Reducir la pobreza y la desigualdad mediante la inclusión de los recicladores informales;
- Mejorar la salud pública disminuyendo la cantidad de productos químicos tóxicos en el medio ambiente;
- Mejorar la seguridad alimentaria y del agua mediante la aplicación de compost y digestato, que favorecen los ecosistemas de alimentos y agua.
- Reducir los factores de estrés ambiental asociados a las instalaciones de eliminación de residuos.

Conclusión clave 4:

La estrategia de basura cero aportan a la calidad de gobernanza

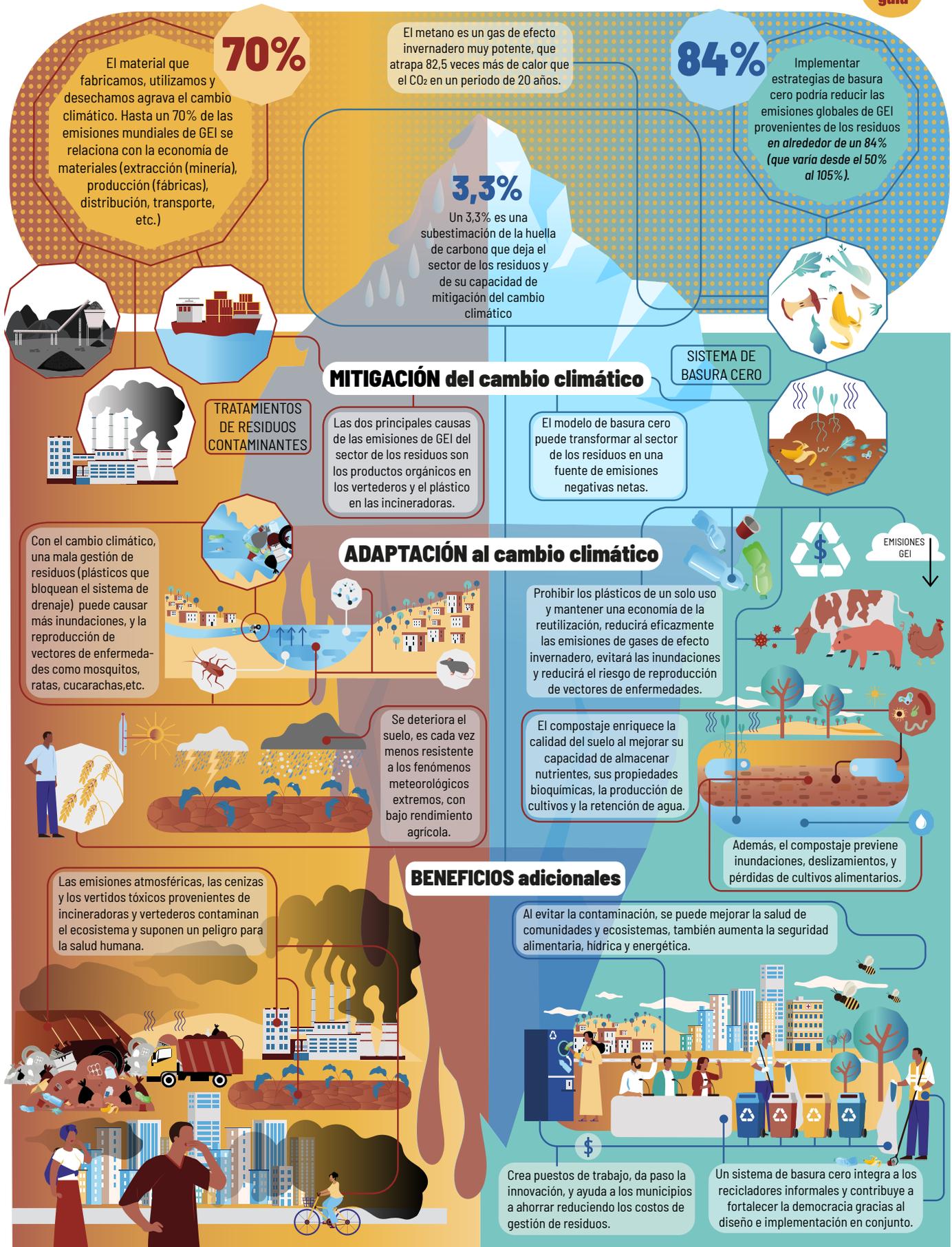
- Al reunir a un amplio espectro de partes interesadas, estos sistemas son más colaborativos y, por tanto, resultan en un mejor rendimiento.

Estudios de caso

El presente estudio de casos compara escenarios con un sistema de gestión tradicional, uno con bases de la estrategia de basura cero en ocho ciudades distintas. Se revelaron varios puntos en común en cuanto a la eficiencia y a los beneficios que ofrece una estrategia de basura cero. Entre ellos se concluye que la recolección, además del tratamiento de los residuos orgánicos separados en origen (normalmente a través del compostaje), es clave para influir significativamente en la tasa de reducción de emisiones, ya que la fuente principal de emisiones de GEI en el flujo de residuos de todas las ciudades estudiadas, excepto de Seúl, son los vertederos. Por ello, la recolección es el único método eficaz que aborda por completo las emisiones, además de ser relativamente fácil y económico de implementar. Otra implementación importante es el reciclaje, ya que a mayor tasa de reciclaje, menos emisiones. En algunos casos, esta medida podría ser incluso suficiente para que el neto del sector de los residuos de una ciudad sea negativo. En cuanto a las estrategias de reducción en origen, por lo general se infrutilizan. Sin embargo, todas las políticas y programas de basura cero, incluso sin implementarse por completo, conllevan importantes beneficios de mitigación en las ocho ciudades estudiadas. Los casos de basura cero que se presentan en este informe son escenarios que pueden describirse como todavía conservadores y realistas. Muchas ciudades ya han superado estos parámetros, por lo tanto, los resultados presentados son indicativos de programas moderados. De implementarse un programa de basura cero más ambicioso, se pueden esperar resultados más notorios.

DE CERO BASURA A CERO EMISIONES

Por qué reducir los residuos es clave para combatir el cambio climático



Introducción

A medida que aumenta la urgencia para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y los efectos del cambio climático, el sector de gestión de residuos sigue siendo una herramienta infrautilizada por los municipios en todo el mundo para la acción climática. Su potencial de mitigación es incluso mayor que las emisiones del sector, ya que las estrategias de reducción de residuos y de recuperación de materiales permiten que las ciudades eviten las emisiones asociadas a la extracción y producción de recursos naturales, además de las del final de la vida útil de los bienes materiales. Por ejemplo, un análisis realizado conjuntamente por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Asociación Internacional de Residuos Sólidos reconoció que el sector de los residuos tiene el potencial de lograr una reducción del 20% de las emisiones mundiales de GEI. Nuestra actual crisis de residuos está amenazando la salud y el bienestar de la humanidad y del planeta, y se prevé que la generación mundial de residuos aumente en un 73% en 2050.¹ La buena noticia es que solucionar el problema de los residuos es una medida directa contra la crisis climática.

El sistema de basura cero ofrece soluciones alternativas a las prácticas tradicionales de gestión de residuos con beneficios a gran escala. El concepto de basura cero, tal y como lo define la Alianza Internacional de Basura Cero y lo adopta GAIA, "es la conservación de todos los recursos mediante la producción responsable, el consumo, la reutilización y la recuperación de productos, envases y materiales, sin quemarlos, ni enterrarlos en la tierra, el agua o el aire que supongan una amenaza para el medio ambiente o la salud humana."² Su objetivo es reducir progresivamente los

residuos mediante una serie de estrategias que incluyen la reducción en origen, la recolección diferenciada, el compostaje y el reciclaje.

Este informe es el primero de este tipo que calcula el efecto que una mejor gestión de los residuos tiene sobre el clima con estudios de casos realizados en ocho ciudades, cada una en una parte diferente del mundo. Asimismo, examina cómo los sistemas de basura cero no sólo mitigan las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también ayudan a las ciudades a reducir su vulnerabilidad frente a las consecuencias del cambio climático y a crear sociedades más saludables en general. Los devastadores signos de la crisis climática -como el aumento de las inundaciones, los brotes de enfermedades transmitidas por vectores y la degradación de la calidad del suelo- son ya una dura realidad con la que lidian muchos países de todo el mundo. Además, muchos de los países que más sufren estos efectos son los que menos responsabilidad tienen en el cambio climático, y la gravedad de las consecuencias se hace cada vez más evidente a medida que la crisis climática se acelera.

Así pues, hoy las ciudades tienen una oportunidad única de abordar el cambio climático a través del sector de los residuos, pues mientras que la mayoría del resto de los sectores son responsabilidad de los gobiernos nacionales o provinciales, la gestión de residuos es casi siempre una responsabilidad exclusiva del gobierno local. Además, la gestión de residuos suele ser la categoría más importante dentro del presupuesto municipal y, aun así, muchas ciudades tienen dificultades para "alcanzar" la recolección de los residuos existentes. Así pues, se necesita un enfoque de gestión de residuos más eficaz y económico que al mismo tiempo responda al



@JohnMcConnico/AP

cambio climático.³ La estrategia de basura cero es una oportunidad de liderazgo para las ciudades en materia de acción climática, a la vez que ayuda a gestionar tanto nuevos como los ya conocidos riesgos. Esto ayudará a crear "resiliencia" frente al cambio climático en el largo plazo, y al mismo tiempo a entregar los tan necesarios resultados en un corto plazo, con un presupuesto relativamente medido.

Esta estrategia ya no es novedad: se está implementando en alrededor de

550 municipios de todo el mundo

en contextos muy diversos, incluyendo ciudades grandes y pequeñas, pueblos, islas y destinos turísticos, ya sean ricos o pobres. Más allá de su acción climática positiva, estos sistemas mejoran muchas de las formas fundamentales de funcionamiento de las sociedades. La ciudad de Tacloban (Filipinas), por ejemplo, pasó de dar servicio al 30% de los hogares con la recolección de residuos al 100% en dos años de haber implementado un sistema de basura cero, reduciendo los residuos enviados a los vertederos en un 31% y ahorrando un 27% del presupuesto anual.⁴

En Liubliana (Eslovenia), se triplicaron los puestos de trabajo en el sector de los residuos y se ahorraron costos, a la vez que la tasa de reciclaje se duplicó en ocho años y se redujo el envío de residuos a vertederos en un 95% en 14 años gracias a la recolección puerta a puerta combinada con un sistema de cobro por botar.⁵

Cada vez más gobiernos locales consideran que el sistema de basura cero es una poderosa estrategia de acción climática. Al ser un sector que suele estar bajo el control local y consumir una parte importante de los presupuestos municipales, la gestión de los residuos sólidos es un área primordial donde los municipios pueden emplear estrategias de basura cero para reducir su impacto climático y construir ciudades más justas y resilientes.

Cuadro: Basura cero, una solución veloz

Para derrotar la crisis climática, urgen soluciones rápidas. Contrario a los grandes proyectos de ingeniería, como las incineradoras y los rellenos sanitarios, cuyo emplazamiento, permiso y construcción tardan muchos años, la implantación de basura cero es extremadamente rápida. Esto es especialmente cierto en el caso del importante elemento de la separación en origen, que se apoya en un alto nivel de cooperación pública. Por ejemplo, en Prelog, Croacia, la separación en origen se triplicó en 5 años.⁶ En Dar es Salaam, Tanzania, el sistema de basura cero que implementó Nipe Fagio para involucrar a 32.000 personas logró un 95% de cumplimiento en la separación en origen y redujo la eliminación de residuos en un 75% en sólo dos años.⁷ En San Fernando, Filipinas, se pasó desde un 12% a un 80,69% de desviación de residuos en seis años tras implantar un sistema de basura cero.⁸ En Besançon (Francia), la implantación de un sistema de cobro por tirar y el compostaje descentralizado redujeron la generación total de residuos en un 13% en 7 años.⁹ En Santa Juana, Chile, los desechos orgánicos enviados a vertederos se redujeron en un 35% en los primeros 4 meses de funcionamiento de un programa de basura cero.¹⁰ En Sălcea, Rumanía, se pasó de un reciclaje casi nulo a un 40% durante los primeros tres meses de implementación del sistema basura cero.¹¹ En Italia, en la ciudad de Capannori se alcanzó una tasa de 82% de recolección selectiva en seis años,¹² mientras que en Parma pasó de un 48.5% a un 81% en siete años.¹³ En Usurbil, en la región vasca de España, la recolección creció desde un 28% a un 80% en sólo dos años.¹⁴ Estos y otros ejemplos demuestran la velocidad con que un programa de basura cero puede tener efecto.

2.

Basura cero y mitigación del cambio climático

Resumen del capítulo

- El sector de los residuos es la tercera fuente más importante de emisiones de metano, un GEI que retiene 82,5 veces más calor que el CO₂ en un periodo de 20 años. Arrojar desechos orgánicos en vertederos representa una fuente importante de emisiones de metano, por lo que una gestión más adecuada de estos puede reducir estas emisiones dramáticamente.
 - La recolección y separación en origen, además del tratamiento de los residuos orgánicos puede reducir las emisiones de metano proveniente de vertederos en un 62%, aun desde un cálculo conservador.
 - La recolección diferenciada de los residuos orgánicos, la recuperación, el compostaje, el tratamiento mecánico-biológico de los residuos y la cobertura biológicamente activa de los vertederos pueden reducir las emisiones de metano en una media del 95%. Otros métodos de tratamiento, como la alimentación animal y la digestión anaeróbica, pueden ser idóneos en determinadas circunstancias.
- El potencial de mitigación que implica un sistema de basura cero está muy subestimado, es una oportunidad desaprovechada para mitigar el cambio climático.
 - Reducir las emisiones procedentes de la extracción de recursos naturales, la fabricación y el transporte, evitaría los residuos y disminuiría la demanda de materias primas mediante la reutilización y el reciclaje.
 - Terminar con la incineración de residuos y la quema a cielo abierto elimina las emisiones fósiles y de CO₂ biogénico que producen.
 - El empleo de compost o digestato en la tierra puede mejorar la captación de carbono de los suelos.
- Una estrategia integral de basura cero puede reducir más emisiones de las que produce el sector de los residuos, lo que daría lugar a un sector "neto negativo".
- El plástico, procedente de los combustibles fósiles, es un material singularmente problemático. Genera una enorme huella de carbono, dos tercios de la cual se originan en la fase de producción. Como el reciclaje del plástico tiene limitaciones críticas, urgen intervenciones políticas públicas tajantes para reducir su producción.



@Grisba Levit

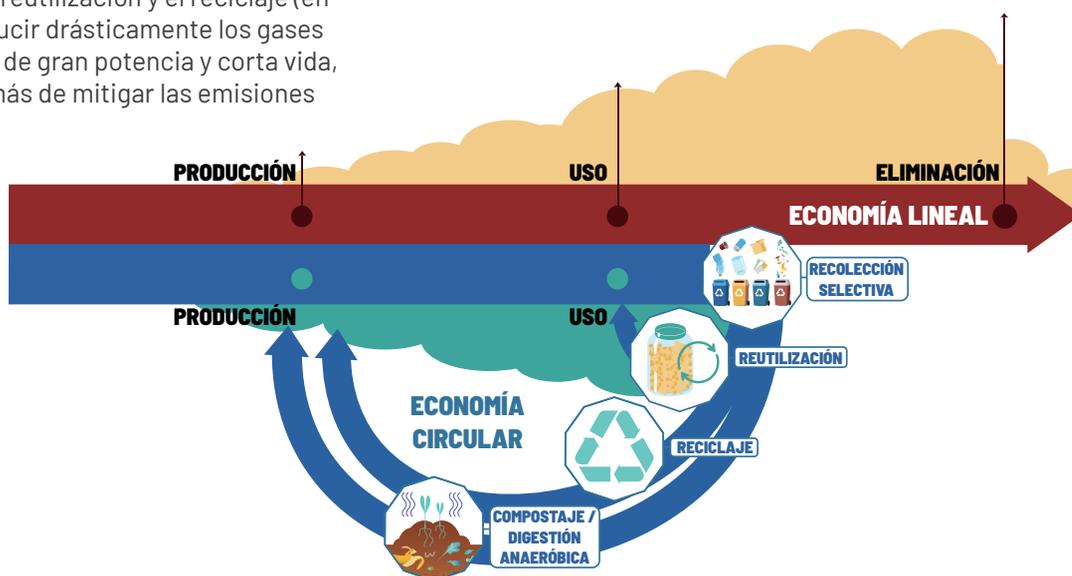
2.1. Introducción

El sector de los residuos sólidos es una fuente importante de GEI como el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), y el dióxido de carbono biogénico y fósil (CO₂). Según cálculos actuales, un 3,3% de las emisiones globales de GEI provienen del sector de los residuos.¹⁵ Sin embargo, el potencial rol mitigador que puede jugar este sector al utilizar sistemas de basura cero superaría ese número. El 70% del total de las emisiones en el mundo viene de la economía material, desde los procesos de extracción a la eliminación.¹⁶ En Estados Unidos, un 42% de las emisiones de GEI se asocian al ciclo completo de vida de los productos.¹⁷ Una gestión de residuos adecuada, la que contemplaría estrategias de separación de los residuos orgánicos y priorizaría la reducción, la reutilización y el reciclaje (en ese orden), podría reducir drásticamente los gases de efecto invernadero de gran potencia y corta vida, como el metano, además de mitigar las emisiones

provenientes de otros sectores (como la minería, la agricultura, la industria, el transporte y la agricultura). Por lo tanto, el potencial efecto mitigador del sector de los residuos sólidos es muchísimo mayor al número de emisiones que genera, lo que significa que podría ser el sector "neto negativo".¹⁸

Contrario a lo que la llamada industria de conversión de residuos en energía ha sostenido, transformar los residuos sólidos mixtos en energía es un enfoque de emisiones netas negativas que ha demostrado ser ineficaz. La incineración, la tecnología más comúnmente utilizada para convertir los residuos en energía, emite muchas más emisiones de GEI que la energía que logra transformar.¹⁹ Más que reducir emisiones en el sector energético, las aumenta. A medida que los países descarbonizan sus redes eléctricas, esta discrepancia no hará más que aumentar. Otras tecnologías como la pirólisis, la gasificación y el arco de plasma tampoco han logrado un éxito tecnológico o comercial.²⁰ Si bien la captación de gas de vertedero se suele utilizar para mitigar las emisiones de metano, su eficacia es dudosa.²¹ De las tecnologías que se usan para la conversión de residuos en energía, sólo la digestión anaeróbica ha demostrado tener éxito, pero requiere insumos orgánicos limpios en lugar de residuos mezclados.

Los sistemas de basura cero, en cambio, reducen las emisiones de gases de efecto invernadero por varios medios: a través de la recolección y el tratamiento por separado de los residuos orgánicos se evitan las emisiones de metano en los vertederos; evitar la cantidad de residuos y el reciclaje reducen las emisiones "en las fases iniciales", es decir, las que provienen de la extracción de recursos naturales, la fabricación y el transporte asociados a la producción de nuevos bienes; el fin de la incineración de residuos y de la quema al aire libre eliminaría sus emisiones directas de CO₂ fósil y biogénico; y la aplicación de compost o digestato a la tierra puede mejorar la capacidad de absorción de carbono de los suelos.



2.2. Eliminar el metano de los vertederos mediante el tratamiento de los residuos orgánicos

2.2.1. Emisiones de metano

El metano es un poderoso GEI cuya capacidad de calentamiento es 82,5 veces mayor que la del CO₂ en un periodo de 20 años.²² Es responsable de aproximadamente 0,5°C del calentamiento global actual.

Afortunadamente, se degrada con relativa rapidez, en un promedio de 12 años.²³ Por lo tanto, reducir las emisiones de metano es una de las maneras más rápidas de reducir el calentamiento global, y de mantener el objetivo de mantenernos bajo los 1,5°C de calentamiento global,

propuesto en el Acuerdo de París. La rápida reducción de emisiones dará el tiempo que el mundo necesita para que países y comunidades descarbonicen sus economías y sociedades.

A nivel mundial, el sector de los residuos es responsable de aproximadamente el 20% de las emisiones antropogénicas de metano, lo que lo convierte en el tercer sector más grande y de más rápido crecimiento.²⁴ Las emisiones de metano procedentes de los vertederos se deben a la descomposición de los residuos orgánicos, principalmente los restos de comida, en condiciones anaeróbicas (sin oxígeno).²⁵ En algunas ciudades, los vertederos son la principal fuente de emisiones de metano.²⁶ Estudios recientes han concluido que estos números incluso podrían estar enormemente subestimados.²⁷ No es fácil medir de manera exacta la cantidad de metano que se genera en los vertederos, pues sus tasas de emisión varían enormemente entre un lugar y otro, e incluso dentro del mismo vertedero, dependiendo de la temperatura, la humedad y el contenido orgánico de cada cual.²⁸ Debido a la imprecisión de los métodos de medición convencionales, como el "modelo de descomposición de primer orden" del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el alcance real de las emisiones de metano sigue siendo incierto.²⁹

Aunque la composición de los residuos y el clima afectan a las emisiones de metano, las técnicas y tecnologías de gestión de residuos que se emplean son los factores más importantes.³⁰ Los vertederos abiertos, frecuentes en el Sur Global, son proclives a inflamarse o incendiarse, lo que si bien reduce las emisiones de metano, suponen una importante fuente de contaminación tóxica para el aire y el agua. Los vertederos completamente cerrados, compactados y sellados, la mayoría de los cuales se encuentran en el Norte Global, promueven la descomposición anaeróbica de los residuos orgánicos en metano. Los biorreactores, en los que el lixiviado de los vertederos se recircula en el interior del mismo, aumentan la generación de metano al llenar los huecos de aire y proporcionar agua a los microbios anaeróbicos. La cobertura biológicamente activa, por otra parte, contiene microbios metanotróficos que consumen el metano antes de que llegue a la atmósfera, lo que la convierte en la opción obvia para los vertederos gestionados durante la transición a la recolección diferenciada, el compostaje de productos orgánicos y otras soluciones de basura cero.



@Lars Schoebitz

El potencial de calentamiento atmosférico y otros cálculos

El metano es un GEI mucho más potente que el dióxido de carbono, pero tiene una vida atmosférica breve: 12 años en promedio frente a ~400.³¹ El potencial de calentamiento atmosférico (PCA) es una herramienta para sumar el efecto de los distintos GEI con tiempos de vida atmosférica diferentes. Por su estructura, el PCA del CO₂ es 1; para otros gases, el PCA dependerá del período de tiempo que se contemple. Para un gas de vida corta, como el metano, su impacto se concentra en los primeros diez años, por lo que el PCA de 20 años (82) es mucho mayor que el de 100 años. Ambos PCA son científicamente correctos, y la elección de cuál utilizar es una cuestión política, no científica (IPCC AR6 WG1 TS 3.3.3).

Mientras que el reglamento inicial del Acuerdo de París prescribía el uso de los PCA de 100 años para la elaboración de informes nacionales, la urgencia cada vez mayor de tratar las emisiones a corto plazo está impulsando un giro hacia el PCA de 20 años para las políticas.

La calculadora de Inédit utilizada en este informe se basa en una literatura científica subyacente que utiliza PCAs de 100 años. Por lo tanto, subestima el impacto de las emisiones de metano. El impacto práctico es que la reducción de los productos orgánicos enviados al vertedero es, si acaso, mucho mayor que el expresado en los estudios de caso de la página 48.

2.2.2. Alternativas a los vertederos

2.2.2.1. Prevención de residuos y rescate de alimentos

La mejor manera de reducir las emisiones de metano en los vertederos es evitar el enterramiento de residuos orgánicos, los que representan la mayor proporción del flujo de residuos sólidos. Al igual que con otros flujos de residuos, prevenir o evitar los residuos produce el máximo efecto. Sorprendentemente, un tercio de todos los alimentos producidos se desperdicia, y es responsable de hasta el 10% de las emisiones mundiales de GEI.³² Solucionar el problema de los residuos alimentarios reduce las emisiones entre 0,8 y 4,4 toneladas de CO₂e por tonelada de residuos evitada, y una reducción integral de los residuos alimentarios podría reducir las emisiones globales de GEI entre un 2% y un 5%.³³ La mayor parte de estas reducciones se producen en el proceso de producción y transporte de los alimentos, incluso antes de que lleguen a los consumidores,

lo que pone de manifiesto las graves ineficiencias de nuestro sistema alimentario actual.³⁴ De las ocho ciudades estudiadas, sólo Bandung, en Indonesia, considera un plan para reducir el desperdicio de alimentos; sigue siendo una estrategia subvalorada, que merece más atención.

Cuando no sea posible una estrategia de prevención, la siguiente prioridad debe ser la recuperación. Los programas de rescate y redistribución de alimentos a comunidades necesitadas, a través de redes de bancos de alimentos, despensas, tiendas de comestibles, restaurantes y otros minoristas del sector, podrían contribuir de manera importante a la reducción de emisiones, a la vez que fortalece la resiliencia comunitaria. Por ejemplo, en sólo tres años, el programa de rescate de alimentos de Milán (Italia) ha conseguido desviar 130 millones de toneladas de residuos alimentarios del vertedero por año, lo que ubica a la ciudad en el camino indicado para cumplir su objetivo de reducir el 50% de los residuos alimentarios para 2030.³⁵



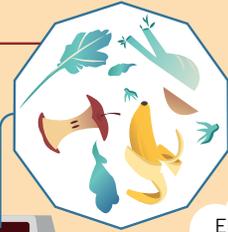
Fuente: Institute for Local Self-Reliance

EL INEXPLORADO POTENCIAL QUE TIENEN LOS RESIDUOS ORGÁNICOS PARA ENFRIAR EL PLANETA

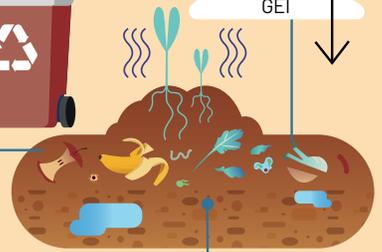


Hoy, un tercio de la comida que se produce es desperdiciada, (lo que equivale al 10% de las emisiones de GEI a nivel mundial). Evitar el desperdicio de alimentos podría reducir las emisiones globales de GEI en un 2-5%.

10%



EMISIONES GEI



RECUPERACIÓN MECÁNICA Y TRATAMIENTO BIOLÓGICO

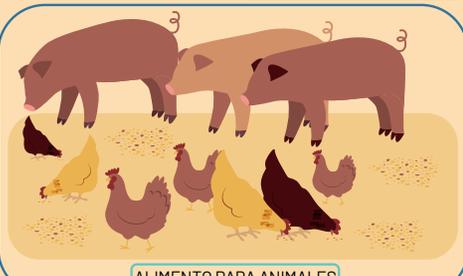


COBERTURA BIOLÓGICAMENTE ACTIVA EN VERTEDEROS

La recolección diferenciada de residuos orgánicos, el compostaje, el tratamiento mecánico-biológico de los residuos y el uso de una cobertura biológicamente activa en vertederos, pueden reducir las emisiones de metano en alrededor de un 95%.

95%

Otros métodos como la alimentación animal y la digestión anaeróbica pueden servir en algunas circunstancias.



ALIMENTO PARA ANIMALES



ABONO



BIOSÓLIDOS DE AGUAS RESIDUALES



COMIDA DESPERDICADA



OTROS ORGÁNICOS



DIGESTIÓN ANAERÓBICA



El compost beneficia la calidad del suelo al aumentar su capacidad de almacenamiento de nutrientes y de retención de agua, sus propiedades bioquímicas, y la producción agrícola. Además, ayuda a prevenir inundaciones, deslizamientos de tierra y pérdidas de cultivos.



Compostar puede cortar las emisiones de metano de los vertederos en un 78%.

78%

2.2.2.2. Recolección diferenciada y tratamiento

Para los restos orgánicos que no puedan ser ni prevenidos ni rescatados, la mejor solución es la separación diferenciada y tratamiento.³⁶ La recolección diferenciada en el punto de generación (hogares, empresas, etc.) es fundamental para evitar la contaminación cruzada de los diferentes flujos de residuos, lo que podría disminuir el valor y utilidad de los materiales orgánicos y no orgánicos. En este contexto, el método de tratamiento más frecuente y más fácil de realizar para los residuos orgánicos es el compostaje.

El compostaje, es decir, la descomposición aeróbica (oxigenada) de los residuos orgánicos con ayuda de microbios, se puede realizar en diferentes escalas, desde la doméstica hasta la municipal. Las operaciones de compostaje bien gestionadas no atraen animales o plagas ni crean olores. El compostaje evita un promedio del 78% de las emisiones de metano que se emitirían normalmente en los vertederos, lo que significa una importante reducción de las emisiones del sector de los residuos.³⁷ Además, la escalabilidad de las iniciativas de compostaje (desde el patio trasero hasta el industrial) permite una amplia variedad de enfoques de gestión de residuos, incluidos los sistemas altamente descentralizados. Una de las ventajas de la descentralización es que permite reducir significativamente los costos de transporte y las repercusiones para el clima y la salud pública del tránsito de camiones pesados. Es necesario garantizar una aireación suficiente del compost, pues evita la digestión anaeróbica y la formación de aguas residuales y metano. A medida que los residuos orgánicos se descomponen, emiten vapor de agua, CO₂ biogénico y pequeñas cantidades de óxido nitroso (N₂O). Sin embargo, una parte importante del carbono permanece en el producto final: la mejora de un suelo rico en nutrientes y materia orgánica.³⁸ Este compostaje se puede usar en la agricultura, en la gestión de aguas pluviales, y en la jardinería, entre otros.

Otras opciones para los residuos separados son el método de la digestión anaeróbica (no oxigenada) y el uso como alimento para animales.⁴³ La digestión anaeróbica produce biogás rico en metano a partir del tratamiento de los residuos orgánicos en un reactor cerrado, lo que evita la fuga de metano, usual en vertederos. El biogás se quema en el mismo lugar para generar calor o electricidad. Esto produce emisiones biogénicas de CO₂ (ver cuadro), pero sirve para sustituir a los combustibles fósiles, sobre todo para cocinar, y otras formas de energía calorífica. El subproducto principal es el digestato, un lodo estabilizado de materia orgánica parcialmente descompuesta, el cual luego de pasar por un proceso de deshidratación o dilución, se usa como compost para mejorar el suelo. La infraestructura de las instalaciones de digestión anaeróbica es reducida, por lo que es una buena opción para entornos urbanos que suelen estar congestionados con grandes cantidades de residuos orgánicos y poco espacio para instalaciones de compostaje.⁴⁴

Una historia sobre compostaje exitosa desde Pune, India.

La cooperativa de recicladores SWaCH de Pune (India), organizó y gestionó un proyecto de compostaje, que tiene el doble beneficio de reducir las emisiones de metano y producir compost al desviar los residuos orgánicos de su vertedero (donde se genera metano cuando se descomponen los residuos orgánicos) a una instalación de compostaje en origen (compostaje aeróbico). Además, SWaCH es de propiedad exclusiva de la mayor cooperativa de recicladores informales autónomos de India; crea puestos de trabajo para los recicladores, especialmente para mujeres en situaciones de vulnerabilidad, y produce compost, el que combate la creciente degradación de los suelos.

Un proyecto similar es perfectamente aplicable en el Sur Global, donde los residuos producidos son en su mayoría orgánicos: 53% y 56% en países de ingresos medios y bajos, respectivamente.³⁹ En Pune, la proporción de residuos orgánicos domésticos (la mayor fuente de residuos) es del 72%.⁴⁰ Además, SWaCH ofrece los conocimientos y materiales necesarios para instalar una infraestructura de compostaje tanto en espacios residenciales como comerciales, y asigna a un reciclador capacitado para el mantenimiento de la unidad de compostaje. Los residuos son recolectados a domicilio por recicladores capacitados, para ser entregados al lugar de compostaje correspondiente. En la actualidad, 71 recicladores gestionan a diario 7.000 kg de residuos orgánicos en 121 lugares descentralizados. SWaCH también ayuda a los individuos de la comunidad a mantener sus sistemas de compostaje, lo que les permite solicitar una rebaja fiscal del 5% del impuesto a la propiedad.⁴¹

Este es un claro ejemplo de cómo un sólo proyecto puede mitigar las emisiones de GEI, aumentar la adaptación al cambio climático mediante la mejora de los suelos, y aportar con la creación de empleos y la reducción de la desigualdad de género. El trabajo realizado por SwaCH ha sido reconocido internacionalmente y ha recibido numerosos premios.⁴²

Si bien la idea de generar energía de materiales orgánicos es tentadora, la digestión anaeróbica no debe pensarse como una forma de energía renovable. Es más cara de implementar (CAPEX) que el compostaje, y se requiere de preparación técnica para poder operarla de manera efectiva, y de esta manera lograr la adecuada gestión de residuos orgánicos, que es lo que realmente es.⁴⁵

Malos ejemplos de errónea operación o diseño, incluye: utilizar materias primas en vez de residuos orgánicos (cultivos energéticos), utilizar combustibles fósiles para lograr/aumentar la t° de trabajo del reactor, utilizar el digestato no completamente estabilizado en los suelos, o quemar el biogás en antorchas, simplemente desperdiciando su energía.

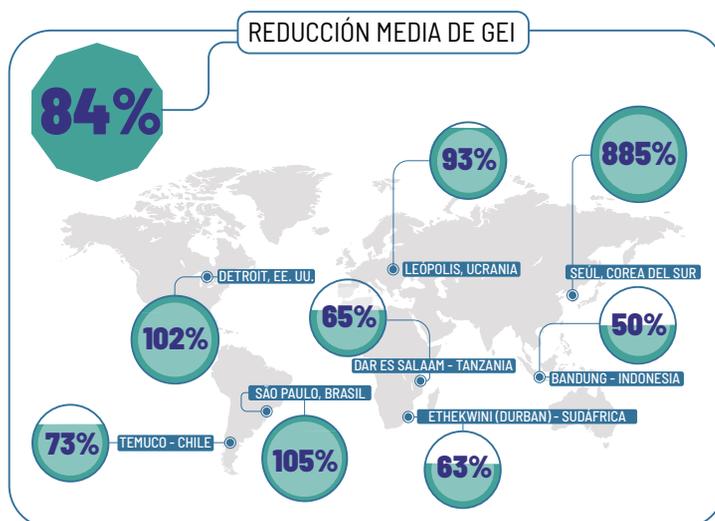
Una buena forma de capturar el valor nutritivo de los residuos alimentarios, disminuyendo el desperdicio alimentario, es utilizándolos en alimentación animal, y es una práctica que se ha realizado ancestralmente. No se ha cifrado aún de forma sólida la capacidad de reducción de metano en los piensos para animales, pero un análisis de su ciclo de vida reveló que este método de tratamiento supera al compost y a la digestión anaeróbica en cuanto a su rendimiento global de reducción de emisiones de GEI (Saleemdeen et al. 2017). Sin embargo, hay que tomar precauciones para evitar la posible transmisión de enfermedades, y la agricultura industrial es, por supuesto, una fuente importante de emisiones de GEI.

En todas las ciudades que analizamos, excepto en Seúl, la recolección y el tratamiento por separado de los residuos orgánicos es lo que más puede reducir las emisiones de GEI.

La recolección diferenciada y el tratamiento de los residuos, generalmente mediante el compostaje, redujeron las emisiones de GEI en al menos un 43% en cada ciudad (rango: 43%-83%, promedio: 62%).

Sin embargo, este resultado está subestimado porque utiliza el valor del PCA de 100 años para el metano (ver recuadro). Seúl es una excepción porque ya desvía el 96% de sus residuos orgánicos a través de la recolec-

Gráfico que muestra las emisiones originales y el potencial de reducción si se desvía el 80% de los residuos orgánicos en todas las ciudades



ción separada en origen, por lo que sus emisiones proceden principalmente de la incineración y no del enterramiento en vertederos.

La conclusión es que una adecuada separación en origen es clave para el éxito de cualquier programa de gestión de residuos orgánicos. La separación en origen y el tratamiento por separado de los residuos orgánicos pueden obviar la necesidad de medidas de mitigación posteriores, como la recolección de gases de vertedero.⁴⁶ Los residuos separados en origen se pueden desviar con éxito de la fase de eliminación mediante el reciclaje o el compostaje. La contaminación cruzada, por otra parte, reduce la cantidad y la calidad de los materiales reciclables y compostables, y puede causar fallas en el funcionamiento de algunas tecnologías de tratamiento, como en el caso de la digestión anaeróbica.⁴⁷ La separación en origen es especialmente importante para garantizar un compost de alta calidad para su uso en suelos. En California, el compost de alta calidad alcanza un precio de mercado superior, que compensa con creces el costo de la gestión de los residuos. El presupuesto preliminar del estado también incluye 180 millones de dólares para implementar los requisitos estatales de separación y compostaje de los residuos orgánicos.⁴⁸

Ejecutar adecuadamente la separación en origen depende de la cooperación de los individuos y las empresas, que a su vez dependen de la constante difusión y del compromiso culturalmente pertinente de la autoridad local responsable de la gestión de los residuos, junto con un plan de separación en origen claro y fácil de utilizar.

El éxito que se ha logrado en lugares tan diferentes como Italia, India, Corea del Sur y EE.UU. atestiguan la viabilidad de un esquema de separación en origen, sin importar la cultura, el clima o las circunstancias políticas.

2.2.3. Desechos residuales

Incluso usando las mejores medidas de prevención, separación en origen y tratamiento de los residuos orgánicos, una parte seguirá mezclándose con los desechos residuales en un futuro previsible. Para abordar las emisiones de esta "fracción orgánica sucia", la Unión Europea ha implementado políticas para reducir radicalmente la descarga en vertederos de los residuos no tratados.⁴⁹ Dado que uno de los objetivos del sistema de basura cero es reducir continuamente la cantidad de residuos que se envían a la basura, es importante no construir demasiadas infraestructuras para la gestión de estos residuos; de lo contrario, el costo invertido en estas infraestructuras se volvería en un estímulo para continuar generando grandes cantidades de residuos, desincentivando así las prácticas de reducción y desvío de residuos.

Mientras haya algo de contenido orgánico en los residuos, esa materia mezclada debe someterse a un proceso de "estabilización biológica", el cual consiste en una serie de tratamientos que van desde aplicar técnicas de mezcla y aireación hasta sistemas más complejos de recuperación de materiales y tratamiento biológico. El objetivo de la bioestabilización es reducir el potencial de los residuos para generar metano. Aunque el proceso es similar al compostaje, éste no genera un abono utilizable porque los residuos están mezclados y contaminados. Una buena práctica para estabilizar los residuos residuales antes de su depósito en el vertedero es el tratamiento mecánico-biológico, que ha demostrado reducir la generación de metano en vertederos en un 80-90% o más.⁵⁰

Una última alternativa de mitigación de GEI para vertederos que reciban o solían recibir residuos orgánicos, es el uso de una cobertura biológicamente activa para los vertederos (biocobertura). Aunque un estudio reveló que sólo el 9% de las emisiones de metano de los vertederos se originan en los vertederos clausurados, estos sitios pueden seguir emitiendo metano décadas después de ser dados de baja. La biocobertura es tierra y compostaje que contienen microbios metanotróficos que se alimentan de emisiones fugitivas de metano de los vertederos. Se ha demostrado que la biocobertura reduce dichas emisiones en un promedio de 63%. Puede ser tan efectiva que además de consumir todas las emisiones fugitivas de metano, atrae el metano atmosférico ambiental.⁵²

La biocobertura es favorablemente comparable a los sistemas de captura de gas de vertedero, cuyo objetivo es capturar y quemar el gas de vertedero que contiene metano, pero que tiene una eficacia de mitigación muy variable y sus índices de emisiones fugitivas son inciertos.⁵³ Entre los problemas que surgen a largo plazo están la ruptura de las tuberías que recogen el gas del vertedero, o el subdimensionamiento de estas. Este gas además tiene un con-

tenido de metano bajo o poco predecible por lo que normalmente las empresas no buscan darle aprovechamiento a su energía (ya sea para producir calor y/o electricidad), y terminan quemándolo en antorchas. Continuar proponiendo la captura de metano de los vertederos y su eliminación es una solución absurda y que perpetua el derroche de recursos, y el enterramiento de residuos.

La prevención de los residuos orgánicos, la separación en origen y el tratamiento por separado son factores esenciales para mitigar las emisiones de metano, e igualmente cruciales para el objetivo final de establecer un sistema de basura cero. Dado que los residuos orgánicos corresponden a una de las fracciones de mayor tamaño de los residuos sólidos municipales, un programa exitoso de desviación de residuos orgánicos reducirá drásticamente la cantidad de residuos que requieren procesos de tratamiento y eliminación adicionales.

2.3. Aumentar la reducción, la reutilización y el reciclaje de los residuos no orgánicos

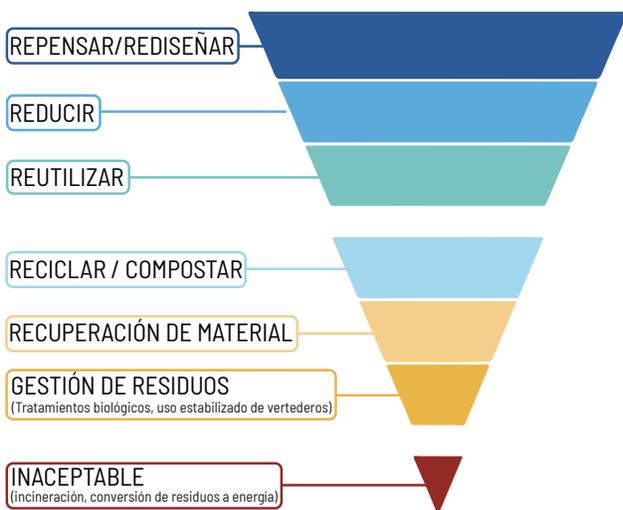
2.3.1. Jerarquía de residuos

Si tratar los residuos orgánicos es fundamental para lograr una reducción significativa de las emisiones del sector de los residuos, lidiar con otros materiales, sobre todo el papel, el cartón, el metal, el vidrio, los textiles y el plástico, es clave para lograr emisiones netas negativas. Para ello, la mejor guía para minimizar las emisiones de GEI es seguir la jerarquía de residuos, siendo la reducción en origen la opción más efectiva y preferible. La reducción en origen, la reutilización y el reciclaje reducen las emisiones pues disminuyen la demanda de materias primas, la energía necesaria para fabricar los productos y la necesidad de transporte asociado. En los inventarios nacionales, estas emisiones se registran en los sectores de la industria, la agricultura, el transporte y la energía, pero no en el sector de los residuos, lo que explica por qué un sistema de basura cero puede reducir más emisiones de las que produce.

Un estudio realizado por la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA, en inglés) de EE.UU. demostró que la prevención de residuos tenía un impacto negativo neto y era el método de gestión de residuos más beneficioso para el clima en comparación a otras

LA JERARQUÍA DE LA BASURA CERO 8.0

Para la versión detallada, visite: www.zwia.org/zwh



técnicas como el reciclaje, el compostaje, la incineración y el depósito en vertederos.⁵⁴ Las estrategias de reducción en origen incluyen restringir la producción y distribución de artículos y envases de un solo uso y diseñar los productos para que sean duraderos, reparables, reutilizables y totalmente reciclables o compostables. En una economía circular, los productos deben obtenerse a partir de materiales reutilizados, reciclados o renovables no tóxicos, lo que minimiza la necesidad de extracción y de uso de recursos naturales vírgenes. Paralelamente, los municipios deben apuntar a institucionalizar sistemas de abastecimiento alternativos que permitan y refuercen modelos de reutilización y rellenado.

La reducción de las emisiones gracias a la separación en origen y al reciclaje, también sería considerable. Según nuestro análisis, **Detroit, Leópolis y São Paulo podrían reducir sus emisiones de GEI en más de un 20% cada una** mediante una efectiva recolección selectiva en origen de materiales de fácil reciclaje: metales, vidrio, papel y cartón, así como pequeñas cantidades de plástico y textiles. Otras ciudades, que ya cuentan con un buen sector de reciclado formal (Seúl) o informal (Durban), tienen menos margen de mejora. En este caso, es importante evitar estrategias problemáticas como la incineración de residuos, para no perjudicar sus actuales sistemas de reciclaje.

El potencial mitigador del reciclaje depende de la energía y de la intensidad de las emisiones del material, que varía mucho. En el caso de los materiales de alto consumo energético, como los metales, puede alcanzar una reducción del 96% de las emisiones asociadas al proceso de fabricación del producto original. Muchas veces, la capacidad de mitigación mediante la evitación de residuos y el reciclaje no se aprovecha debido a la desigualdad de los incentivos económicos. Por ejemplo, la resina de plástico reciclada compite

a duras penas con la resina virgen subvencionada, lo que hunde las tasas de reciclaje muy por debajo de los niveles técnicamente realizables.⁵⁵

2.3.2. Plástico

El plástico es un material omnipresente y excepcionalmente problemático. Su producción crece entre un 3,5% y un 4% anual, llegando a doblarse cada 20 años.⁵⁶

Como el 70% del plástico se convierte en residuo dentro de un año a contar de su producción, la generación de residuos plásticos crece a tasas similares.⁵⁷

Al ser un producto derivado de los combustibles fósiles, el plástico tiene una huella de carbono enorme, de la cual dos tercios se generan en la fase de producción. Además, se emite una cantidad adicional de CO₂ cuando se quema el carbono en, por ejemplo, las incineradoras. A juzgar por las inversiones que se realizan hoy para ampliar la capacidad de producción de plástico, entre 2015 y 2050, la huella de GEI del plástico en el mundo será de 129.000 millones de toneladas en total.⁵⁸ Se proyecta que sólo en Estados Unidos, las emisiones de GEI provenientes de la producción y destrucción del plástico, sobrepasarán la huella de carbono del sector energético.⁵⁹ Si el plástico fuera un país, su huella de carbono sería la quinta mayor en el mundo.⁶⁰

Desafortunadamente, el reciclaje no es tan efectivo para los plásticos como lo es para otros materiales. Esto, porque los residuos plásticos son una mezcla de diferentes polímeros, aditivos, contaminantes, y otros materiales que son muy difícil o imposible de separar de manera adecuada. Por lo tanto, muy poco plástico (un 9%) es reciclado con éxito.⁶¹ Procesos alternativos al reciclaje como la pirólisis y la solvólisis, que la industria del plástico denomina "reciclaje químico", requieren una gran cantidad de energía, son poco eficaces y generan una enorme huella de carbono.⁶² Sin embargo, incluso si se perfeccionan las tecnologías de reciclaje, éstas no abordarían las emisiones procedentes de las fases de la producción, cada vez mayor, del plástico, lo que es incompatible con un objetivo de emisiones netas cero. Por tanto, la reducción en origen es de vital importancia para frenar la huella de carbono del plástico.

Se necesita reducir, no aumentar, la producción de plástico en los próximos años.⁶³ Pero disminuir la producción no es de ningún interés para las industrias del petróleo, gas, y petroquímica, las cuales siguen invirtiendo miles de millones de dólares en aumentar su capacidad de producción. El uso del plástico no está impulsado por el aumento de la demanda, sino por el aumento de la provisión, con una industria que está

activamente buscando nuevos mercados para el plástico para compensar el estancamiento de las ventas de combustible para el transporte.⁶⁴ Las medidas orientadas a la demanda, como la promoción de modelos de negocio sin plástico y de reutilización, aunque importantes, son por tanto insuficientes para frenar el crecimiento de la producción de plástico. Se necesitan intervenciones contundentes de política pública. Las políticas más populares promulgadas hasta la fecha son las prohibiciones de ciertas categorías de plástico, como los plásticos de un solo uso y los envases difíciles de reciclar. Es probable que se necesiten políticas adicionales, como prohibir nuevas fábricas de plástico y ampliar las categorías de plástico prohibidas. Otras posibles medidas políticas, como crear un impuesto sobre el plástico, aún no han obtenido el consenso necesario. La necesidad universalmente reconocida de contar con políticas más sólidas se recoge en la resolución [UNEP/EA.5/Res.14](#) de la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, que inició un proceso de negociación hacia un nuevo tratado mundial sobre el plástico. Por primera vez, se plantea un límite a la producción de plástico a nivel mundial.

El plástico que se produce debe estar diseñado para su reutilización y reciclabilidad. Esto significa evitar el uso de aditivos, tóxicos, polímeros mixtos, polímeros no

reciclables (como el cloruro de polivinilo) y envases de múltiples materiales que impiden el reciclaje mecánico. Asimismo, no tiene mucho sentido realizar grandes inversiones en instalaciones industriales pesadas (como las de reciclaje químico e incineración) para gestionar los flujos de residuos que se van a eliminar progresivamente; estos costos irre recuperables crearán incentivos para seguir produciendo plástico problemático.

Hay ciudades que han liderado la prohibición de los plásticos innecesarios y no reciclables, las que han resultado con frecuencia un paso adelante hacia las prohibiciones a nivel estatal/provincial e incluso nacional. Se han propuesto prohibiciones a nivel municipal del plástico de un solo uso en siete de las ciudades de este estudio. A pesar del tonelaje relativamente pequeño de residuos al que se dirigen estas prohibiciones, la reducción de las emisiones de GEI puede ser considerable, sobre todo en ciudades donde se utilizan grandes cantidades de plástico. Además de reducir las emisiones de GEI, estas prohibiciones son importantes para el control de las inundaciones, la reducción de los costos de gestión de los residuos y la prevención de la contaminación por plástico en el medio ambiente.



@Ivan Radic

2.4. Terminar con la incineración de residuos

La incineración y la quema abierta de residuos (esta última suele ir unida al vertido al aire libre) son prácticas frecuentes en el Norte Global y en el Sur Global, respectivamente. Ambas emiten grandes cantidades de GEI, principalmente de CO₂ fósil (procedente de la combustión de plásticos), CO₂ biogénico (procedente de la combustión de papel, cartón y residuos alimentarios) y N₂O, así como partículas. Aunque los datos sobre el impacto de la quema abierta son relativamente escasos, se ha reconocido universalmente que es una práctica problemática que debe ser erradicada tanto por razones climáticas como de salud ambiental. La quema y el vertido abierto se producen principalmente en lugares donde las autoridades locales carecen de los recursos necesarios para recolectar y gestionar adecuadamente los residuos. Estas prácticas se agravan por el drástico aumento de la producción de plástico, que además de incrementar la cantidad de residuos está cambiando su composición, lo que conlleva un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero y de los tóxicos cuando éstos se queman.

La incineración es la estrategia de gestión de residuos más cara, y la que más produce emisiones de GEI y de tóxicos.⁶⁵

Incluso con el ahorro de emisiones derivadas de la generación de electricidad, cada tonelada de plástico quemada en esa incineradora supondría la liberación de unas 1,43 toneladas de CO₂.⁶⁶ Su alto costo de capital y la experiencia técnica que requiere, crean el riesgo de amarrar a las ciudades a prácticas indeseables durante décadas.⁶⁷ El rendimiento de las incineradoras ha sido mayor en las ciudades donde el calor residual puede utilizarse en una red de calefacción urbana; de lo contrario, la electricidad generada contiene mayores niveles de carbono que la red eléctrica, lo que implica que desplazará a las formas de electricidad con menor nivel de emisiones.⁶⁸ En los países en vías de desarrollo, la incineración no es viable debido al alto contenido de humedad y al bajo valor calorífico (valor de calentamiento) del flujo de residuos municipales.⁶⁹

Sin embargo, muchos estudios siguen promoviendo la incineración como medida de mitigación porque evita las emisiones de gases de vertedero y produce energía. Estos estudios, que comparan la incineración con alternativas peores, concluyen que la incineración es superior. Además, suelen suponer que los residuos municipales no separados, con un alto contenido orgánico, se envían a vertederos sin ninguna medida de remediación del metano.

Aunque se trata de una práctica habitual en muchos lugares del mundo, no es en absoluto universal. Y lo que es más importante, no es muy probable que continúe. El establecimiento de objetivos de emisiones netas cero en el marco del Acuerdo de París significa que los vertederos, como emisores significativos de metano, ya no se pueden considerar como un elemento aceptable del *status quo* "sigamos como siempre". En la Unión Europea, por ejemplo, ahora es obligatorio el pretratamiento de residuos de vertederos, y los países deben accionar planes para evitar verter residuos orgánicos. El Acuerdo de París fue claro en establecer una meta de cero emisiones con la que medir los proyectos climáticos. Ningún proyecto puede afirmar que mitiga las emisiones sobre la base de que sus emisiones,⁷⁰ aunque sean elevadas, son menores que las de una alternativa hipotética y completamente evitable (como muestra la sección XX); todo proyecto debe apuntar a lograr cero emisiones. Para las incineradoras, esto significa su cierre, pues elimina una fuente importante de emisiones y contribuye a una red eléctrica más limpia.⁷¹

Precisamente, esta es la situación de Seúl, la única ciudad del estudio que depende en gran medida de la incineración. En Seúl, las emisiones procedentes de la incineración son cinco veces superiores a las de los vertederos, y casi dos veces superiores a las de las fuentes de energía de sustitución. Eliminar la incineración significaría transformar el sector de los residuos de Seúl, con lo que la reducción de emisiones sería mucho mayor magnitud. Del mismo modo, es importante acabar con la quema de residuos de forma abierta donde todavía es frecuente, aunque esto es mucho más difícil de contabilizar dada la falta de datos sobre esta práctica.

2.5. Ventajas de almacenar carbono en el suelo

El compostaje tiene múltiples beneficios (ver sección 3.4.), incluyendo efectos mitigadores directos e indirectos. Además del digestato resultante en la digestión anaeróbica de los residuos orgánicos, la aplicación de compost en el suelo tiene múltiples efectos de mitigación: Se evitan las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al uso de fertilizantes sintéticos, turba y/o pesticidas, se reducen las emisiones de N_2O relacionadas con el uso de fertilizantes sintéticos, se disminuyen las emisiones asociadas a la labranza de los suelos y la irrigación, y se potencia la captación de carbono atmosférico por parte del suelo y las plantas.⁷²

El compost es una enmienda para la tierra rica en carbono, y al aplicarlo, fomenta un sinnúmero de procesos biológicos que hacen que una parte del carbono se emita en forma de CO_2 y la otra se almacene en el suelo y en la biomasa subterránea. Cuánto carbono puede almacenarse en el suelo, y durante cuánto tiempo, son interrogantes científicas abiertas. En el condado de Marin (California), una sola aplicación de compost en un pastizal degradado produjo un aumento extraordinario de la capacidad del suelo de retener agua, de la productividad del forraje y del almacenamiento de carbono.⁷³ La capacidad de almacenamiento de carbono depende directamente de la temperatura, precipitaciones, uso de la tierra, tipo de suelo, y el grado de deterioro de dicho suelo, por lo que su potencial es ampliamente variable y específico a cada lugar. Aunque el almacenamiento de carbono en el suelo no es sustitutivo de la reducción de emisiones, la degradación de los suelos agrícolas es un problema mundial, y devolverles su salud implicaría una reducción de 15,12-23,21 GT de carbono⁷⁴, es decir, entre un 11 y 17% de la cantidad de carbono del suelo que se ha perdido desde que el ser humano se inició en la práctica agrícola hace unos 12.000 años.⁷⁵ Como mínimo, el compost es una excelente alternativa al abono sintético, un producto de origen fósil de alto consumo de energía y gran generador de emisiones.



@Rommel Cabrera/GAIA



@Nipe Fagio

El sector informal y la mitigación de GEI

El sector informal juega un rol protagonista en la gestión de residuos, particularmente, pero no exclusivamente, en los países en vías de desarrollo. En la mayoría de estos países, el sector informal está a cargo de la mayor parte del reciclaje que se realiza, recolectando hasta un 45% del total del flujo de residuos.⁷⁶ Esta recolección se efectúa en domicilios, en puntos intermediarios, y en vertederos abiertos. Esta actividad, denominada también “reciclaje”, reduce los costos de recolección a las instituciones públicas, provee de materia prima a negocios formales, y contribuye a reducir las emisiones GEI.⁷⁷

Por lo general, el mercado del reciclaje carece de regulación y es altamente volátil, lo que hace que sólo se recojan productos reciclables de alto valor (metales, vidrio, productos de papel y unos pocos tipos de plástico). Por otra parte, el mercado de reciclaje de plásticos se ve perjudicado por la presencia de aditivos y contaminantes en el plástico y por el bajo precio del polímero virgen, por lo que el reciclaje de ciertos plásticos no resulta rentable. Los productos orgánicos separados en origen podrían ser una fuente de ingresos adicional para los recicladores, pero el valor de mercado del producto final (el compost) aún no es suficiente para compensar por la mano de obra y el transporte. A esto se suman los desafíos prácticos que implica la separación en origen en los hogares y para encontrar terreno y equipamiento para su realización. Sin embargo, muchos proyectos han superado con éxito estos obstáculos gracias a la colaboración entre las ONGs y los gobiernos locales. En estos, los hogares, el gobierno local, o ambos, asumen el costo del programa que se sufraga con las ventas de compost. Si sólo se consideran los beneficios en términos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, ya se superan los costos del programa.

El sector informal de los residuos equivale al 0,5% y el 2% de la población mundial (entre 12,5-56 millones de personas), y son de vital importancia en los actuales sistemas de gestión de residuos, por lo que urge integrarlos en la planificación de las mejoras del sistema.⁷⁸ Los especialistas en el ámbito del reciclaje informal recomiendan un marco de gobernanza participativa donde se incluya su reconocimiento legal para el acceso a los residuos, se especifiquen contratos adecuados; se entregue apoyo a las organizaciones integradas, a la provisión de infraestructura, y los planes de protección social.⁷⁹ La integración del sector informal traerá resultados beneficiosos sociales y económicos, a la vez que se revela el gran potencial de mitigación de los gases de efecto invernadero, por ejemplo, mediante la recolección y el tratamiento rentables de los productos orgánicos separados en origen.⁸⁰

CO₂ biogénico

El carbono biogénico es el CO₂ que se emite a la atmósfera en los procesos de combustión o descomposición de la biomasa residual como la madera, el papel, los alimentos y otros materiales vegetales. Es distinto del CO₂ fósil, que resulta de la combustión del carbono que se ha almacenado en la corteza terrestre a lo largo del tiempo geológico. Contabilizar el CO₂ biogénico es más complejo que contabilizar el CO₂ fósil porque además, proviene del ciclo natural del carbono desde plantas, animales y microbios. Sin la influencia humana, se presume que este ciclo natural del carbono estaría más o menos en equilibrio, al menos en una escala de tiempo relevante para las políticas (por ejemplo, menos de 100 años). El reto consiste en determinar la cantidad de CO₂ biogénico que la actividad humana añade a la atmósfera, además de la cantidad de referencia natural. Lamentablemente, es difícil calcular esta referencia; por ejemplo, hay gran incertidumbre científica sobre los depósitos y la dinámica del carbono del suelo. Por otra parte, también es un desafío medir el flujo de CO₂ biogénico en suelos, cultivos y bosques. (El carbono fósil, por otra parte, no tiene prácticamente ninguna transferencia natural a la atmósfera, por lo que todas las emisiones de CO₂ fósil son de naturaleza antropogénica).

En sus directrices para los inventarios nacionales de emisiones, el IPCC indica que las autoridades nacionales deben notificar las emisiones biogénicas aparte de las emisiones fósiles de CO₂. En parte, esto es para evitar que la incertidumbre sobre el CO₂ obstruya el panorama de las emisiones fósiles. Se instruye además, no incluir el CO₂ biogénico en el total de las emisiones del sector energético (lo que incluye a las incineradoras de residuos y las centrales eléctricas de biomasa), ya que estas emisiones ya están incluidas en el total de los sectores de agricultura, la silvicultura y el uso de la tierra; reportarlas dos veces sería contarlas doble. Pese a que esta interpretación errónea ha sido ampliamente desacreditada, sigue siendo aplicada, permitiendo a incineradoras y hornos de cemento aprovecharse de ella.⁸¹ Desde el punto de vista científico, la mejor manera de realizar este cálculo, es informar las emisiones de CO₂ biogénicas y fósiles por separado, como lo hace la Agencia EPA de Estados Unidos.

Las emisiones de CO₂ biogénicas del sector de los residuos, proceden en su mayoría de la combustión o descomposición aeróbica de la biomasa (residuos de alimentos, residuos de jardín, madera y productos de papel). A eso se suma el CO₂ de la combustión o descomposición del metano (de vertederos o digestores anaeróbicos), también biogénico. (Si el metano se libera, no se considera biogénico, ya que la generación de metano es el resultado de la actividad humana).

Las técnicas de gestión de residuos difieren significativamente en sus emisiones biogénicas de CO₂. Las incineradoras y la quema al aire libre convierten prácticamente todo el carbono de los residuos en CO₂, liberándolo inmediatamente a la atmósfera. Los vertederos convierten gran parte del carbono orgánico en metano o CO₂, pero más lentamente; las estimaciones más precisas indican que aproximadamente el 50% del carbono orgánico enterrado en los vertederos permanecerá allí durante al menos un año.⁸² La madera es particularmente resistente a la descomposición en los vertederos y puede persistir durante siglos. El compost también pierde una gran proporción de su carbono orgánico en forma de CO₂ durante el proceso de compostaje, pero es una forma de aumentar el almacenamiento de carbono en el suelo, especialmente en los suelos degradados.⁸³ A menudo, esto ha permitido un importante almacenamiento de carbono en el suelo a largo plazo.

El cálculo de los diferentes destinos del carbono biogénico es complejo. El método más preciso es contabilizar todos los flujos. La calculadora que hemos utilizado en este estudio omite las emisiones biogénicas porque se basa en las publicaciones subyacentes, cuyo enfoque del CO₂ biogénico es inconsistente. Como resultado, nuestros cálculos subestiman los beneficios del compostaje y del fin de la incineración y la quema al aire libre.

3.

Basura cero y adaptación al cambio climático

Resumen del capítulo

- Las ciudades pueden enfrentar los efectos del cambio climático y crear resiliencia climática implementando estrategias de basura cero.
- Las ciudades pueden reducir los riesgos de inundación mediante la prohibición de los plásticos y los sistemas universales de recolección que impiden que los residuos obstruyan desagües y corrientes de agua. Países como Bangladesh, India, Botsuana, Ruanda, Sudáfrica, Tanzania y Uganda ya han adoptado medidas de reducción de los residuos plásticos para prevenir las inundaciones.
- La gestión adecuada de los residuos orgánicos y la prevención de la obstrucción de los desagües pueden evitar la transmisión de enfermedades provenientes de roedores, moscas y otros vectores de enfermedades. La interrelación entre la gestión inadecuada de los residuos sólidos, la obstrucción de los desagües a causa de los residuos, especialmente por el plástico, y el aumento de focos infecciosos se ha observado en Ghana y la India, entre otros países.
- El compostaje genera múltiples ventajas para la adaptación al clima; aumenta el nivel de nutrientes del suelo, mejora la estructura del mismo, mitiga la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, y evita la erosión del suelo y los desastres naturales asociados, como inundaciones y desprendimientos de tierra.

3.1. Introducción

Se prevé que el cambio climático aumentará la frecuencia y la gravedad de los fenómenos meteorológicos extremos y los riesgos para la salud. Entre los factores que exponen una ciudad a la amenaza de los efectos del cambio climático y a los riesgos para la salud pública que conllevan, se encuentran la mala recolección y gestión de los residuos. Por ejemplo, los desagües y los canales de agua obstruidos por los residuos favorecen las inundaciones, los sitios con una recolección inadecuada albergan roedores, moscas y otros vectores de enfermedades, y las emisiones tóxicas y los lixiviados de las instalaciones de residuos matan plantas y animales imprescindibles para el sistema acuático o terrestre, lo que compromete la salud del suelo y perjudica la biodiversidad.

Sin embargo, en la discusión sobre cómo adaptarse al cambio climático para reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas naturales y humanos frente a sus consecuencias, apenas se reconoce el papel que juega la gestión de residuos. Por lo general, el debate se ha limitado a reubicar las instalaciones de residuos y reforzar las infraestructuras para enfrentar las altas temperaturas, inundaciones, sequías, tormentas y el aumento del nivel del mar.

Si bien estas estrategias se orientan a reducir el riesgo de catástrofes y al funcionamiento seguro de los principales servicios de gestión



@Francesca Moid/JUMISS

3.2. Basura cero y la prevención de inundaciones

3.2.1. La repercusión de las inundaciones

A medida que la temperatura global aumenta, se espera que tanto la ocurrencia como la intensidad de los eventos de inundación también empeoren.⁸⁴ Una atmósfera más calurosa retendrá más humedad y calor, lo que genera intensas precipitaciones, lluvias y tormentas, que a su vez aumenta el riesgo de inundaciones.⁸⁵ Las inundaciones pueden traer perturbación y angustia a la comunidad al significar una amenaza para la vida, y un daño a las viviendas y otras infraestructuras esenciales. Una inundación de gran magnitud destruye el sustento de vida, dificulta el crecimiento económico, y puede incluso llevar a la inestabilidad política, como se ha visto en África, Asia y el Medio Oriente durante la última década.⁸⁶

de residuos, la solución de basura cero es una medida con gran capacidad de proteger a la población de los riesgos asociados al cambio climático. Ya hay investigaciones y buenas prácticas en curso que demuestran que la estrategia de basura cero ayudaría a resistir los impactos del cambio climático.

En este capítulo se discuten tres estrategias de basura cero que pueden ayudar a nivel municipal a adaptarse y prevenir más consecuencias del cambio climático:

1. Prohibición del plástico y un sistema universal de recolección para disminuir el riesgo de inundaciones;
2. Una adecuada gestión de residuos orgánicos y la prevención de la obstrucción de aguas y las infecciones asociadas;
3. Compostaje para mejorar la resiliencia del suelo

Entre las repercusiones más comunes para la salud humana están las lesiones físicas, infecciones y problemas de salud mental. Un estudio sobre los peligros asociados a las inundaciones documentó el testimonio de los residentes de los distritos más desfavorecidos de Manila, Filipinas, que experimentaron infecciones respiratorias, alergias cutáneas y enfermedades gastrointestinales, siendo los niños el grupo que corre el mayor riesgo.⁸⁷ Algunos de los encuestados declararon que incluso presenciaron muertes súbitas o enfermedades graves después de algunas inundaciones, debido a la ausencia de servicios médicos apropiados.⁸⁸ Aunque los brotes de enfermedades infecciosas tras una inundación son relativamente raros, en Zambia se registraron casos de cólera tras una inundación en 2010, con 564 casos confirmados por el Ministerio de Salud, que causaron 30 muertes en Lusaka.⁸⁹ La mala gestión de las aguas residuales y el acceso deficiente al agua potable agravan estas amenazas para la salud.⁹⁰ Los efectos a largo plazo de las inundaciones sobre la salud pueden ser causados por el desplazamiento, la escasez continua de agua potable, la falta de acceso a los servicios públicos y el retraso en la mejora de las condiciones de salud.⁹¹

Si bien la mala gestión de los residuos puede ser un factor determinante de las inundaciones (como se comenta en la siguiente sección), las inundaciones de por sí suponen una amenaza para las infraestructuras de residuos sólidos como los vertederos. Si no se dispone de sistemas adecuados de captación de agua, las lluvias torrenciales y las consiguientes inundaciones

provocadas por tormentas extremas pueden minar los cimientos de los vertederos, liberar lixiviados en las aguas subterráneas y hacer que los residuos obstruyan otras infraestructuras.⁹² En Austria, cerca del 30% de los vertederos se encontraban en zonas propensas a las inundaciones, de las cuales sólo el 5% estaban debidamente equipadas con protección adecuada.⁹³ Se



@Kira Erwin

espera que la carga que sobrellevan las comunidades más afectadas se intensifique a medida que avance el cambio climático, especialmente para aquellas comunidades de menor ingreso ubicadas en lugares propensos a las inundaciones.⁹⁴

3.2.2. Los residuos empeoran las inundaciones

Los residuos no gestionados o mal gestionados agravan las inundaciones, especialmente en zonas de asentamientos informales con un sistema de drenaje insuficiente. Incluso en entornos urbanos planificados, los residuos que obstruyen los sistemas de drenaje aumentan la vulnerabilidad a las inundaciones. La pandemia del Covid-19 agravó aún más este problema, ya que los equipos de protección personal desechados aumentan el volumen de basura que se abre paso en los desagües pluviales.⁹⁵

La guía del Banco Mundial para la gestión del riesgo de inundaciones urbanas, publicada en 2013, identifica la mala recolección de residuos como un factor que puede causar o empeorar las siguientes repercusiones negativas:⁹⁶

- obstrucción de los desagües que provocan inundaciones
- aumento de las enfermedades (por ejemplo, los residuos proporcionan material en el que las moscas

ponen sus huevos o sirven de alimento a las ratas)

- infecciones, especialmente por los residuos clínicos y las aguas residuales
- toxicidad química, especialmente por los medicamentos desechados junto con los residuos comerciales e industriales
- contaminación de las aguas superficiales y subterráneas
- contaminación de la cadena alimentaria

El vertido de residuos no recolectados es la causa más frecuente de las inundaciones en lugares con sistemas de recolección de residuos inadecuados. En Saint Louis (Senegal), la falta de sistemas de recolección de residuos domésticos junto con las aguas residuales vertidas por los hogares y otros establecimientos, fue la principal causa de obstrucción de los desagües naturales; los sistemas de drenaje inadecuados agravaron la situación.⁹⁷ En Manila, Filipinas, el vertido de residuos sólidos se identificó como un factor clave en la prevalencia de infecciones durante y después de las inundaciones, junto con la obstrucción de los canales de drenaje y la deficiencia de los sistemas de saneamiento.⁹⁸ En Lagos (Nigeria), los residuos sólidos municipales no recolectados y vertidos en lugares no autorizados son también una de las principales causas de las inundaciones. Entre 2007 y 2013, los residuos que obstruían los canales de drenaje e impedían el libre flujo de las aguas pluviales durante las fuertes lluvias provocaron la inundación de 126 calles.⁹⁹

Se ha observado que los problemas de drenaje han suscitado una reacción rápida para reducir los residuos, como en Ruanda, Tanzania y Uganda, donde para evitar más inundaciones, se han prohibido las bolsas de plástico. Asimismo, Sudáfrica y Botsuana han instaurado impuestos a la distribución de bolsas de plástico en los últimos años.¹⁰⁰ Finalmente, en Accra, tras sufrir una trágica inundación en 2015 donde murieron al menos 150 personas, Ghana está estudiando la posibilidad de imponer restricciones a la producción y el uso de bolsas plásticas.¹⁰¹

3.2.3. Implementación de sistemas de basura cero como medidas de prevención de inundaciones

La obstrucción de los desagües resultante de una mala gestión de residuos se puede evitar eficazmente minimizando la generación de residuos y las consiguientes fugas de los mismos.

En Bangladesh y la India hay una clara relación entre los residuos de plástico y las inundaciones. En 2002,

Bangladesh se convirtió en el primer país del mundo en prohibir todas las bolsas de polietileno tras comprobar que estos residuos eran los responsables de una inundación de 1988 que sumergió la mitad del país, y de la constante propagación de enfermedades transmitidas por el agua.¹⁰²

La India también prohibió la mayoría de las bolsas plásticas en 2005 después de una inundación causada por la ineficiencia de los sistemas de drenaje y gestión de residuos que significó la muerte de más de 1.000 personas, la mayoría en Mumbai.¹⁰³ En estos casos, las devastadoras consecuencias de las inundaciones impulsó la legislación que prohíbe el uso de bolsas de plástico, lo que revela cómo las ciudades pueden actuar en la prevención de futuras inundaciones aplicando los principios de precaución para minimizar los riesgos ambientales, sociales y económicos derivados de las bolsas de plástico que obstruyen los cursos de agua.¹⁰⁴

Un estudio académico estima que la mejora de los canales de drenaje existentes y la gestión adecuada de los residuos sólidos ayudarían a evitar la inundación de unas 322 hectáreas en Sylhet, Bangladesh.¹⁰⁵ Para ello propone lo siguiente: (i) separación en origen de los

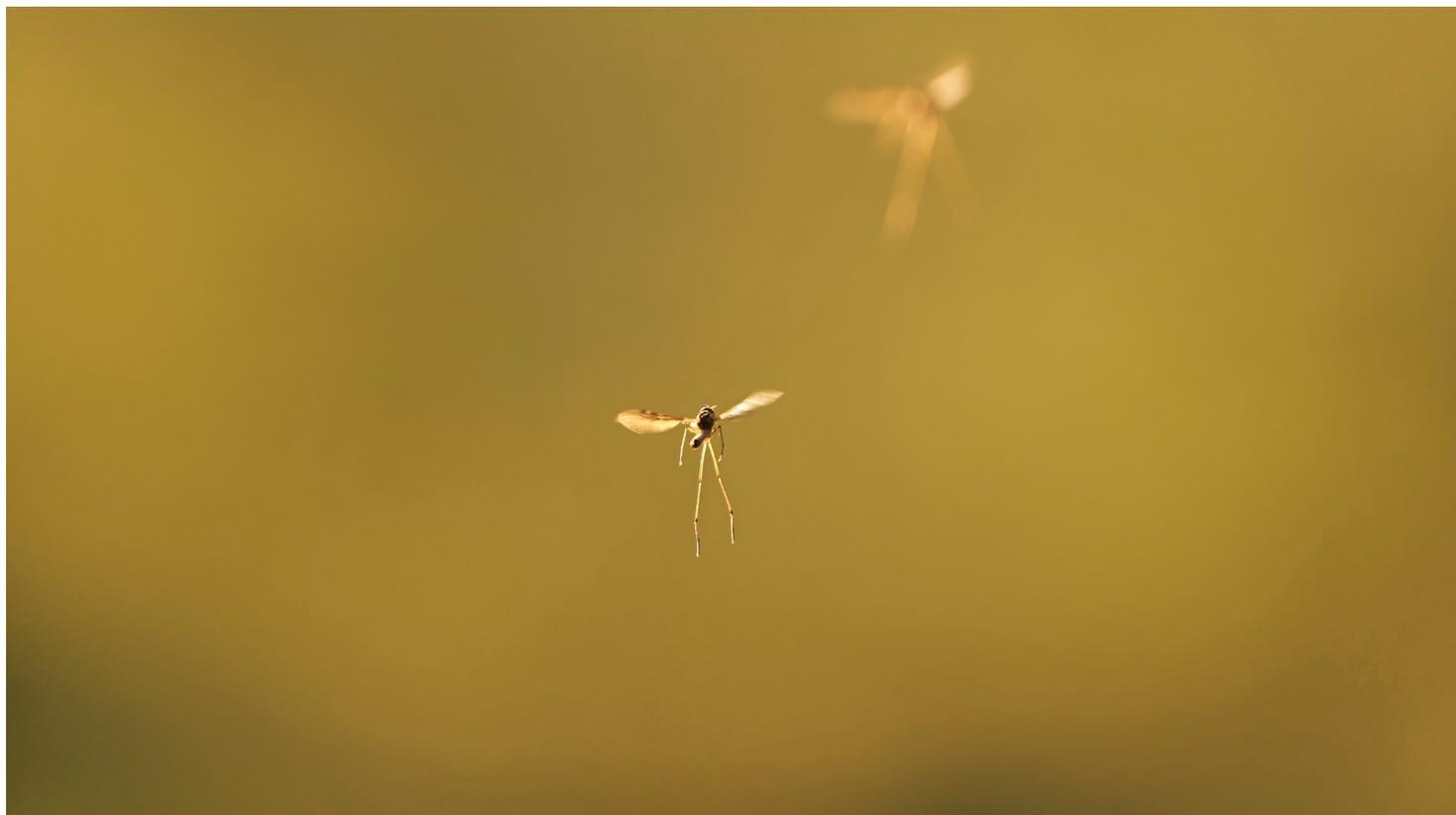
residuos orgánicos; (ii) una adecuada gestión de residuos plásticos; y (iii) el compostaje local de los residuos orgánicos o la eliminación adecuada en vertederos como posibles soluciones, con la nota de que "dichas intervenciones pueden implementarse en un plazo de tiempo razonable y corto."¹⁰⁶

3.3. Basura cero y control de insectos vectores

3.3.1. El cambio climático y el aumento de las enfermedades vectoriales

A medida que el cambio climático se acelera, se elevan las temperaturas globales y hay más lluvias intensas con sus consiguientes inundaciones, las nuevas condiciones climáticas pueden propiciar el ambiente necesario para la reproducción de artrópodos sanguíneos tales como mosquitos, garrapatas, chinches triatominos, moscas de la arena y moscas

@Wolfgang Hasselmann



negras,¹⁰⁷ transmisores de enfermedades de origen vectorial como el dengue, la malaria y la enfermedad de Lyme. El riesgo de transmisión aumenta porque los artrópodos vectores de sangre fría son muy sensibles a los factores climáticos; esto es, en climas más cálidos, crecen y se reproducen más rápidamente, en parte gracias a una digestión más rápida de la sangre.¹⁰⁸ Más precipitaciones pueden también facilitar lugares para la cría y más alimentos.¹⁰⁹ Por otro lado, los climas cada vez más cálidos y los inviernos más cortos, contribuyen al aumento de la población de roedores¹¹⁰, mientras que las lluvias más intensas ayudarían a propagar las enfermedades bacterianas transmitidas por estos animales.¹¹¹

3.3.2. Correlación entre residuos y las enfermedades transmitidas por vectores

Además de los factores que ya inciden en las enfermedades de transmisión vectorial, como la variación meteorológica estacional, el contexto socioeconómico, la insuficiencia de los programas de control de vectores, los cambios medioambientales y la resistencia a los medicamentos, una mala gestión de residuos puede agravar aún más el problema del control de estas enfermedades.

Como se ha visto en la sección anterior sobre inundaciones, la obstrucción de los canales de agua por residuos inadecuadamente gestionados provocan inundaciones, las que propician las condiciones para la reproducción de muchos vectores de enfermedades. En la mayoría de los casos, el principal obstáculo para realizar una gestión de residuos óptima y mejorar el sistema de drenaje, son las bolsas plásticas; lo que ha logrado su prohibición en varios países y ciudades, en especial en la región africana. En el sur de Ghana,

la gestión inadecuada de los residuos sólidos y los canales de drenaje bloqueados por los desechos, sobre todo de plásticos, aumentaron la presencia de criaderos permanentes de mosquitos. Otro estudio realizado en ciudades costeras de Ghana llegó a una conclusión similar sobre la correlación entre la gestión de los residuos y la cría de mosquitos,¹¹² lo que acentúa aún más la potencial repercusión de las futuras condiciones climáticas.¹¹³

Los contenedores descartados, las latas y los neumáticos de automóviles también pueden convertirse en espacios de cría para los vectores de enfermedades ya que retienen el agua de lluvia donde pueden reproducirse los mosquitos que transmiten la filariasis, la fiebre amarilla, el dengue y varias otras infecciones arbovirales.¹¹⁴ Un estudio sobre el mosquito *Aedes* advierte sobre el uso continuado e indiscriminado del plástico y la mala gestión de los residuos, ya que aumentan la posibilidad de transmisión del dengue.¹¹⁵

La gestión inadecuada de los residuos orgánicos es otro factor importante en la reproducción de vectores de enfermedades en el sector de los residuos. Los residuos orgánicos de los hogares y las empresas atraen a las moscas y las cucarachas y a otros posibles huéspedes de infecciones.¹¹⁶ En particular, un estudio descubrió que los residuos de dulces, como pasteles de chocolate sin terminar, aumentan la transmisión de los vectores del dengue, con un efecto similar al de alimentar a los mosquitos del dengue con sacarosa, una importante fuente de nutrición.¹¹⁷

Cuando los residuos orgánicos contaminan las aguas superficiales ya contaminadas con otras clases de residuos, los mosquitos y las moscas domésticas se reproducen más fácilmente.¹¹⁸ En Calcuta, India, los canales de desagüe eran susceptibles de servir de criaderos de mosquitos si también había residuos de envases de bebidas.¹¹⁹



@Rick Scavetta

3.3.3. Basura cero como solución

El cambio climático junto al aumento de residuos dado el crecimiento de la población urbana, ha originado nuevas condiciones donde prosperan los vectores de enfermedades. Además, la mala gestión de los residuos propicia el ambiente ideal para la proliferación de plagas portadoras de gérmenes que pueden propagar enfermedades graves, e incluso mortales. Implementar una gestión adecuada de residuos es crucial para prevenir las epidemias de enfermedades y otros riesgos para la salud pública relacionados con las plagas, especialmente en los entornos urbanos. Establecer un sistema de recolección de residuos oportuno y eficaz es un elemento fundamental para el control de plagas, ya que evita que los residuos se conviertan en basura, que no sean gestionados o que se desborden. Reducir la generación de residuos en primer lugar, es aún más eficaz; lo que puede lograrse mediante la prohibición de los recipientes de un solo uso que actúan como focos de cultivo de vectores de enfermedades, y minimizando la cantidad de alimentos desechados que llegan al sistema de residuos mediante su prevención y gracias al compostaje doméstico.

3.4. Mejora de los suelos gracias al compostaje

3.4.1. Cambio climático y salud de los suelos

El cambio climático tiene importantes repercusiones en las funciones físicas, químicas y biológicas del suelo, un elemento vital de nuestros ecosistemas y de la agricultura. Dado que los ecosistemas terrestres son el segundo mayor depósito natural de carbono después del océano,¹²⁰ disponer de suelos más sanos es fundamental para enfrentarse al cambio climático y adaptarse a él. Hay varias maneras en las que el cambio climático influye en las funciones del suelo:

- El aumento de la temperatura del aire y del suelo incrementa la aridez, un estado permanente de carencia de agua. Varias publicaciones han señalado una significativa **disminución de la humedad del suelo**, como AR5, redactado por IPCC, donde se informa de la reducción de la humedad del suelo en el Mediterráneo, el suroeste de EE.UU. y regiones del sur de África.¹²¹ El informe de la Agencia Europea de Medio Ambiente proyecta consecuencias similares para las próximas décadas con el aumento de la temperatura promedio y los continuos cambios en los

patrones de lluvia.¹²² La pérdida de la capacidad de captar y almacenar agua agravaría la **desertificación**. Según la investigación realizada, hasta el 40% de la selva amazónica existente ya está en el punto de inflexión de pasar a ser una combinación de bosques y praderas, similar a la sabana.¹²³ Mientras tanto, hasta el año 2018, un total de 13 Estados miembros de la Unión Europea han declarado estar afectados por la desertificación, que es tanto una consecuencia como una causa del cambio climático.¹²⁴

@Swachh Pune Cooperative



- Entre las repercusiones del cambio climático en el suelo está la **erosión**, un proceso por el que el viento y, principalmente, el agua arrastran el suelo. Esto puede acelerarse ante un acontecimiento climático extremo, como lluvias intensas, sequías, olas de calor y tormentas. Se prevé que la erosión del suelo aumentará a nivel mundial durante los próximos 50 años debido al cambio climático y al cultivo intensivo de la tierra.¹²⁵ La erosión del suelo podría empeorar las inundaciones, ya que el aumento de la contaminación y la sedimentación en los arroyos y ríos puede obstruir los cursos de agua.¹²⁶
- La continua disminución de la humedad del suelo, la desertificación y la erosión, son factores que pueden perjudicar la agricultura con consecuencias devastadoras para la producción de alimentos. En un informe reciente del IPCC se advierte que la degradación de la tierra y el cambio climático podrían causar un déficit en la producción de alimentos de un 25% para el año 2050. Asimismo, el Parlamento Europeo señaló que para mediados de 2030 el rendimiento de los cultivos de regadío disminuirá hasta en un 20% en toda Europa, respecto al rendimiento actual, debido al aumento de la temperatura.¹²⁷

3.4.2. El compostaje como una medida de adaptación al cambio climático

Elaborar compostaje a partir de la materia orgánica es una manera de adaptarse a las consecuencias del calentamiento global, ya que permite reducir la contaminación y reforzar la recuperación del suelo.

Otros beneficios del compostaje son la recuperación de material desechado, la reducción de los residuos en los vertederos, la contaminación provocada por las incineradoras, la disminución de la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, la reducción de la erosión del suelo y la mejora de su estructura.¹²⁸

3.4.2.1. El compostaje como solución a la falta de nutrientes en el suelo

El uso de compost aumenta la cantidad de materia orgánica del suelo, lo cual mejora significativamente su capacidad para almacenar nutrientes mediante las porosidades que crean los organismos del suelo. De este modo, se absorben nutrientes esenciales como el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el calcio y el magnesio; alimentando a miles de millones de microorganismos indispensables y mejorando su capacidad de absorción de agua.¹²⁹ Se ha demostrado que el compost tiene una mayor capacidad de absorción y almacenamiento que otras enmiendas utilizadas frecuentemente en suelos agrícolas.¹³⁰ Un contenido elevado de materia orgánica también aumenta la resistencia del suelo a los cambios de acidez, y permite una descomposición mineral más rápida. Se han documentado numerosos beneficios del compostaje para la salud del suelo alrededor del mundo. A continuación se clasifican algunos de estos estudios en cuatro grupos:

Mejora las propiedades bioquímicas

- Un estudio realizado en España demostró la eficacia del compost en la mejora de la calidad del suelo, ya que aumentó el contenido de materia orgánica de los suelos degradados y mejoró las propiedades biológicas y bioquímicas del suelo.¹³²
- Un experimento realizado durante un período de cuatro años en el sur de Italia presentó los beneficios del compost para mantener el nivel adecuado de carbono orgánico en el suelo y para sustentar las actividades biológicas. Gracias a la incorporación de compost, la productividad de los cultivos de hortalizas se mantuvo estable y arrojó el mejor resultado en cuanto al restablecimiento de la mineralización del carbono del suelo entre varias estrategias de fertilización.¹³³
- Un estudio realizado en África Occidental señaló que los efectos del compost se podían apreciar más claramente en experimentos a largo plazo, donde la modificación del compost mejoraba las propiedades morfológicas y químicas del suelo.¹³⁴ Se concluyó que el compostaje era una solución eficaz para combatir la degradación del suelo y aliviar la escasez de alimentos y la pobreza en el Sahel.
- Sobre los efectos del compost procedente de residuos sólidos urbanos, los resultados de un estudio realizado en el centro de España demostraron que su uso producía efectos positivos sobre la calidad del suelo en cuanto al carbono de la biomasa microbiana y la actividad enzimática, lo que mejoraba la alteración o restau-

ración del suelo en un tiempo relativamente corto.¹³⁵

Aumenta la producción agrícola

- Un estudio en terreno realizado en Puerto Rico en condiciones tropicales, demostró que la incorporación de compost aumentó tanto la cantidad como la calidad de la materia orgánica del suelo, mejorando su calidad y la productividad agrícola.¹³⁶
- Un estudio realizado en Pakistán descubrió que el uso de compost de paja de arroz y trigo mejoraba la fertilidad y la productividad del suelo.¹³⁷ Se observó, además, una reducción en el costo de producción de cultivos, lo que implica un mejor rendimiento y mayores ingresos para los agricultores que utilizan compost.¹³⁸ Basado en estos resultados, recomiendan el compostaje de paja de arroz y trigo como alternativa a los fertilizantes químicos tanto en Pakistán como en otros países con condiciones de clima y suelo similares.

Niveles altos de nutrientes

- Un estudio realizado en Truro, Nueva Escocia, demostró que los suelos mejorados con compost rendían igual o más que los suelos mejorados con fertilizantes y contenían mayores niveles de carbono, nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, manganeso, zinc y boro en comparación con las parcelas fertilizadas.¹³⁹
- En Reino Unido se observó que el compost formado por materiales verdes con alto contenido de nitrógeno, como los restos de hierba fresca, mejoraba los suelos de baja calidad.¹⁴⁰
- Asimismo, en Pekín, China, el compost con predominio de residuos verdes aumentó el contenido total de nitrógeno y de fósforo disponible en el suelo, lo cual demuestra un efecto favorable en el fortalecimiento de la riqueza microbiana del suelo, aunque una incidencia insignificante en la diversidad microbiana del suelo. El uso de compost mejoró los niveles de materia orgánica, pH, el fósforo disponible y el contenido de potasio rápidamente disponible en las comunidades bacterianas del suelo.¹⁴¹
- Un estudio realizado en Kerala, India, demostró que el vermicompostaje (compostaje con lombrices, también llamado lombricomposta)¹⁴² aumenta el contenido de nutrientes del compost, en particular de nitrógeno, fósforo y potasio, mejorando la calidad de los productos. También se observó que la transición de los fertilizantes químicos al vermicompostaje sustentable puede realizarse en un corto período de

@Doun Moon



tiempo, manteniendo la eficiencia.¹⁴³

Retención de agua

- En dos ciudades de Grecia (Aliartos en Biotia y Kiourka en Attiki), las propiedades físicas de los suelos analizados mejoraron gracias al compost, en proporción a la cantidad empleada. En particular, aumentaron la porosidad total y la conductividad hidráulica saturada, el nivel de contenido de agua, la capacidad de retención y la estabilidad de los agregados.¹⁴⁴
- En Ile de France (Francia), tanto los composts inmaduros como los maduros aumentaron la estabilidad de los agregados al potenciar la actividad microbiana y añadir materia orgánica humificada, respectivamente.¹⁴⁵

3.4.2.2. Compostaje para remediar la contaminación del suelo

El uso generalizado de fertilizantes agrícolas sintéticos ha expuesto a los agricultores y a las comunidades a problemas con la calidad y la contaminación del suelo, ya que se han liberado grandes cantidades de contaminantes orgánicos e inorgánicos en el suelo. Entre ellos se encuentran los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), el ftalato de dibutilo (DBP) y el ftalato de di-n-octilo (DOP), y metales pesados como el cadmio y el manganeso.¹⁴⁶

El compostaje es una solución eficaz, ya que alimenta a los microbios, agentes clave para la degradación de los contaminantes orgánicos del suelo. En un experimento, se demostró que la aplicación de compost también redujo los niveles de concentración de metales pesados en los suelos, como el plomo, el cobre y el zinc.¹⁴⁷

Por otro lado, la Agencia de Protección Medioambiental (EPA) de EE.UU. también señaló el uso de compostaje como una manera rentable de restaurar los suelos contaminados con compuestos orgánicos tóxicos (como disolventes y pesticidas) y compuestos inorgánicos (como metales tóxicos).¹⁴⁸ De acuerdo a EPA, los hidrocarburos, un contaminante industrial común, son degradados rápidamente durante el proceso de compostaje, y la adición de compost maduro al suelo contaminado acelera la degradación vegetal y microbiana de los contaminantes orgánicos. Además, el compost maduro también mostró efectos de control de enfermedades en las plantas sin la ayuda de productos químicos sintéticos.¹⁴⁹

3.4.2.3. El compostaje como medida de prevención de catástrofes

El compostaje refuerza la estructura del suelo, aumenta su capacidad de retención de agua y reduce el escurrimiento de las aguas pluviales, lo que evita la erosión del suelo, las inundaciones, los desprendimientos y la pérdida de cultivos alimentarios. El uso de compost en la reforestación refuerza aún más el suelo. El compost también se suele utilizar como método de control de

la erosión y los sedimentos.¹⁵⁰ Una capa de compost, aplicada sobre la superficie del suelo como cobertura en zonas deterioradas, protege la superficie del suelo de la erosión del viento y del agua y conserva el agua.¹⁵¹ Los calcetines de compost son tubos de malla, rellenos de compost, y se usan para filtrar sedimentos, nutrientes, bacterias, metales pesados y residuos de petróleo en la escorrentía de las aguas pluviales; controlar la erosión, y retener los sedimentos en áreas con el suelo deteriorado.¹⁵² Del mismo modo, las bermas de compostaje actúan como una valla de retención de sedimentos, controlando la erosión y manteniéndolos en su sitio.¹⁵³

3.4.2.4. Desafíos

Uno de los principales obstáculos para la expansión del compostaje es la falta de apoyo institucional y financiero por parte de los municipios. Dado que el costo del compostaje a corto plazo puede ser más alto que el de los fertilizantes sintéticos subvencionados por el gobierno, es necesario subvencionar el mercado del compost para que su producción y aplicación sean estables. La investigación en el tema ha observado que las principales limitaciones para el uso del compost son económicas, y que los factores técnicos o culturales son un problema menor fácilmente abordable a través de incentivos dirigidos a productores de compost y agricultores.¹⁵⁵

La variabilidad de la calidad del compost y de los componentes tóxicos que puede presentar, pueden ser un inconveniente para su aplicación. El compost inmaduro puede provocar olores y desarrollar compuestos tóxicos tras volverse anaeróbico. Cuando el compost continúa su descomposición activa, puede dificultar el crecimiento de las plantas debido a la reducción del oxígeno y del nitrógeno disponibles, o a la presencia de compuestos fitotóxicos.¹⁵⁶ La toxicidad que puede presentarse en el compost se ha estudiado ampliamente por muchos investigadores.¹⁵⁷ En algunos casos, se han encontrado concentraciones de metales como plomo, cadmio, cobre y zinc, los que suelen provenir de aceites, solventes y productos de papel presentes en el flujo de residuos municipales.¹⁵⁸ Los metales pesados y otras sustancias tóxicas pueden causar un efecto adverso en los procesos bioquímicos esenciales para el crecimiento de las plantas,¹⁵⁹ por lo que se recomienda segregar los residuos de alimentos y de jardín para hacer compostaje.¹⁶⁰ En este contexto, la práctica de usar las cenizas provenientes de la incineración como aditivo para el suelo suscita preocupación. Las directrices sobre las mejores técnicas disponibles y las orientaciones provisionales sobre las mejores prácticas medioambientales del Convenio de Estocolmo señalan que "las cenizas volantes de los precipitadores electrostáticos y los residuos de los equipos de contaminación atmosférica contienen, con casi total seguridad, cantidades significativas de las sustancias químicas enumeradas en el anexo C del Convenio, por lo que estos residuos deben eliminarse de forma controlada".¹⁶¹

4.

Beneficios adicionales del sistema basura cero

Resumen del capítulo

- Un sistema de basura cero correctamente implementado conlleva una serie de beneficios, además de la mitigación, que pueden atraer el interés de los municipios.
- Beneficios medioambientales: la reducción de residuos y la eliminación progresiva de las tecnologías contaminantes de gestión de residuos como la incineración, ayudaría a reducir la contaminación atmosférica y los residuos tóxicos, ahorrar recursos medioambientales, proteger la biodiversidad y mejorar la calidad del suelo.
- Beneficios económicos: generación de empleos ecológicos a nivel municipal al extender la reutilización, el compostaje y el reciclaje, lo que mejora el desempeño económico, logra la sostenibilidad fiscal y fomenta la creación de empresas innovadoras.
- Beneficios sociales: las estrategias de basura cero mejoran el acceso y la seguridad energética al recuperar material y generar energía; reducen la pobreza y la desigualdad al incluir a los recicladores; contribuyen a la agricultura consolidando la garantía de los alimentos y el agua; mejoran la salud pública y reducen factores de estrés como el ruido, el tráfico y la congestión.
- Beneficios políticos e institucionales: el proceso de diseño e implementación de políticas y programas de basura cero implica la colaboración entre la sociedad civil, las autoridades locales y otras partes interesadas, lo que mejora la calidad de la democracia.
- Las soluciones en la parte superior de la jerarquía de residuos son las que más beneficios adicionales aportan y las que más contribuyen a la reducción de emisiones.

*Adoptar una acción climática concreta sin una comprensión global de cómo las acciones de mitigación, adaptación y desarrollo sustentable interactúan y se refuerzan mutuamente, puede ser contraproducente y agravar las razones de fondo del cambio climático.*¹⁶³

El vínculo entre estos y otros problemas revelan tanto la complejidad de los desafíos medioambientales a nivel mundial, como las oportunidades que ofrece.¹⁶⁴ Los beneficios adicionales de un sistema de basura cero son una razón de fuerza para cambiar los sistemas de gestión de residuos. La implementación de políticas climáticas centradas en estos beneficios puede incluso impulsar una política medioambiental en lugares que, de otro modo, no sería tan fácil. Por ejemplo, hay muchas ciudades donde la falta de voluntad política, la insuficiente capacidad técnica y las prioridades contrapuestas dificultan que los gobiernos locales prioricen el reciclaje. Por lo mismo, gran parte del trabajo de gestión de residuos lo realiza el sector informal. En este contexto, la reutilización y el reciclaje de residuos suelen ser motivados por razones económicas (el valor monetario que los trabajadores informales pueden extraer de los residuos que recogen), más que por la propia política medioambiental o social.¹⁶⁵

Este capítulo entrega una visión general de los beneficios adicionales que implica una estrategia de basura cero. Se organizan en cuatro categorías principales: medioambiental, social, económica y político-institucional. En conjunto, demuestran con claridad que las soluciones que se sitúan en la parte superior de la jerarquía de residuos tienen los mayores beneficios adicionales y también la mayor puntuación en cuanto a reducción de emisiones. Estos beneficios incluyen la mejora de la salud pública, la reducción de la contaminación ambiental, el incentivo a la creación de empleo, el apoyo al desarrollo de la comunidad y la solución de la desigualdad, así como otras cuestiones de justicia.¹⁶⁶

4.1. Introducción

En un mundo asolado por pobreza, enfermedades, conflictos y otros males relacionados, los beneficios que conlleva reducir los GEI se hacen más importantes que nunca. Una acción climática eficaz no sólo reducirá las emisiones de GEI, también mejorará muchas de las formas sustanciales del funcionamiento de la sociedad gracias a los beneficios ambientales, económicos, sociales, políticos e institucionales asociados.

Destacar estos beneficios tangibles presenta la oportunidad de recibir el apoyo de múltiples grupos de interés, ya que podrán apreciar los efectos en cuestiones inmediatas de sus vidas, como la calidad del aire, la generación de empleo, la seguridad alimentaria, etc.

Dado que el cambio climático es en parte el resultado de problemas sistémicos indirectamente relacionados con la degradación del medio ambiente, solucionarlo no puede estar únicamente centrado en el mercado o en políticas unilaterales.¹⁶² Se debe pensar en una solución desde un punto de vista sistémico de modo que se conecte con factores interrelacionados como la pobreza, la desigualdad de género, la corrupción, los conflictos y la guerra.

@United Workers

4.2. Beneficios medioambientales

Las estrategias de basura cero son de gran beneficio para el medioambiente. Además de reducir las emisiones de GEI, reducen la contaminación atmosférica y los residuos tóxicos, protegen la biodiversidad y los recursos naturales, reducen la basura y mejoran la calidad del suelo.

4.2.1. Reducción de la contaminación atmosférica y de los residuos tóxicos

El residuo cero pone fin a la práctica de quemar residuos como “combustible alternativo” ya sea al aire libre, en incineradoras o en hornos de cemento y la cantidad de residuos enviados a los vertederos se reduce drásticamente. La quema y el vertido de residuos provocan fugas de lixiviados, contaminación del agua, contaminación del aire y propagación de cenizas tóxicas.¹⁶⁷ Las incineradoras de residuos y los hornos de cemento son fuentes particularmente dañinas.

La contaminación atmosférica que deriva de la eliminación de residuos en incineradoras y hornos de cemento aumenta el riesgo de cáncer y otras enfermedades en las comunidades cercanas.¹⁶⁸ Entre estas emisiones se encuentra plomo, mercurio, dioxinas y furanos, partículas, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, gases ácidos (es decir, SO_x, HCl), metales (cadmio, plomo, mercurio, cromo, arsénico y berilio), bifenilos policlorados (PCB) e hidrocarburos poliaromáticos bromados (PAHs).¹⁶⁹ Más aún, estas instalaciones suelen estar en comunidades marginadas de bajos ingresos,¹⁷⁰ alcanzando especialmente a los niños,¹⁷¹ lo que a su vez sobrecarga la labor de cuidado de las mujeres, quienes suelen llevar la mayor parte del trabajo de crianza.

Aproximadamente entre el 26% y el 40% de los residuos se convierten en cenizas de fondo, y los residuos tóxicos de la incineración, como las cenizas y las aguas residuales, requieren un tratamiento especial y una eliminación por separado.¹⁷² Sin embargo, la mayoría se envía a vertederos, donde las cenizas se pueden esparcir por el viento y el aire. En otros lugares, se mezclan con el hormigón, se entierran en minas de sal, se mezclan con el asfalto de las carreteras o incluso se esparcen en terrenos agrícolas, etiquetados incorrectamente como abono para el suelo.¹⁷³

En Oporto (Portugal), las muestras ambientales recogidas a lo largo de varios años mostraron que el

cierre de la incineradora redujo de manera importante el nivel de contaminación del aire de la zona.¹⁷⁴ Similarmente, un estudio realizado en Seúl (Corea) observó un mayor riesgo de hospitalización por asma en relación con la distancia que hay entre una persona y la incineradora, y concluyó que el asma debería considerarse un resultado adverso para la salud en el proceso de evaluación sanitaria de las plantas de incineración. En ese sentido, queda demostrado que al reducir la dependencia con estas prácticas contaminantes, las estrategias de basura cero como la reducción de residuos, la prevención de residuos orgánicos, la separación en origen y el tratamiento por separado, alivian el daño que la incineración supone para la salud humana y del medio ambiente.

4.2.2. Ahorro de recursos naturales

Las estrategias de basura cero como evitar plásticos de un solo uso, reutilizar, rellenar y reciclar, reducen la demanda de materiales vírgenes. La extracción, el transporte y el procesamiento de estos producen grandes cantidades de emisiones de gases de efecto invernadero, consumen considerables volúmenes de energía y agua, agotan recursos no renovables y destruyen ecosistemas naturales. El reciclaje de materiales desechados, como el aluminio o el vidrio, en particular, proporciona a la industria una fuente alternativa de materias primas con las que fabricar nuevos productos sin los daños que conlleva el uso de materiales vírgenes.

Del mismo modo, el reciclaje del papel y de productos de madera reduce la demanda de fibra de madera virgen, con lo que se reducen las tasas de deforestación, resultando en un beneficio para el ecosistema en general. Algunos materiales, como el vidrio y el aluminio, tienen tasas de reciclaje relativamente altas y pueden reciclarse infinitamente.¹⁷⁵ De hecho, se estima que el 75% del total del aluminio que se ha producido se sigue usando hoy en día,¹⁷⁶ y que el reciclaje del aluminio reduce las emisiones en más de un 90% en comparación con la producción primaria.¹⁷⁷ El reciclaje acertado de estos materiales resulta directamente en un ahorro de recursos naturales.

4.2.3. Protección de la salud del ecosistema

Se ha demostrado que las estrategias de basura cero consiguen una importante reducción de los residuos plásticos en el medio ambiente, lo que favorece considerablemente la salud de los ecosistemas. Los residuos de plástico suelen ser el tipo de residuo más filtrado en el medio ambiente, y son particularmente

daños para la biodiversidad y el equilibrio general del ecosistema.

Del alrededor de 6.300 millones de toneladas de residuos plásticos generados en el mundo durante 2015, solo se ha reciclado un 9% y se ha incinerado un 12%. El 79% restante se ha quedado acumulado en vertederos, terrenos y cursos de agua.¹⁷⁸

Aunque la contaminación por plástico del océano sea la más conocida por el público, hay muchas investigaciones científicas que apuntan a un amplio espectro de impactos ambientales, sociales y económicos del plástico a lo largo de todo su ciclo de vida¹⁷⁹

Además del medio marino, la contaminación por plásticos se ha detectado en lugares terrestres remotos, con crecientes pruebas de ingestión de plásticos por parte de organismos, entre ellos, humanos,¹⁸⁰ y de contaminación del ecosistema del suelo.^{181,182}

El mayor obstáculo del persistente problema de los residuos plásticos, es el continuo aumento de su producción y la consecuente generación de residuos por parte de la industria de los plásticos.¹⁸³ Desde la década de 1950, la producción mundial de plástico ha crecido una media de 9% cada año, con un aumento significativo de la producción en las dos últimas déca-

das: la mitad de todo el plástico que se ha fabricado se ha hecho en los últimos 15 años.¹⁸⁴ Se ha predicho que, a menos que se invierta la tendencia, la producción de plástico volverá a duplicarse en las próximas dos décadas.¹⁸⁵ Por ello, el enfoque de basura cero, que reduce al mínimo la producción y el consumo de plástico, prohíbe el plástico de un solo uso, implementa sistemas de reutilización, plantea soluciones de rediseño, es crucial para reducir el plástico en el medio ambiente y conservar la salud del ecosistema.

4.2.4. Mejora de la calidad de los suelos

Un pilar fundamental de la estrategia de basura cero es la recuperación de los residuos orgánicos, los que constituyen la mayor parte de los residuos sólidos urbanos, y que se pueden convertir fácilmente en compost in situ, por medio de instalaciones descentralizadas a escala comunitaria o en instalaciones más grandes y centralizadas, según las capacidades y necesidades de cada lugar.

Como se explica en el capítulo de "Adaptación", depositar compost en jardines y granjas devuelve al suelo la materia orgánica y sus nutrientes, mejorando así su calidad, gracias al aumento de la capacidad de captura de carbono. A su vez, esto aumenta la resistencia del suelo a las inundaciones y sequías, y reduce las necesidades de riego y labranza.¹⁸⁶ De este modo, el compost previene la desertificación y la degradación de la tierra que afecta especialmente a las comunidades rurales pobres, a los pequeños ag-

@Roman Snykevych



ricultores, mujeres, jóvenes, a los pueblos indígenas y otros grupos de riesgo.¹⁸⁷ El beneficio es aún más grande cuando el compost logra sustituir los fertilizantes sintéticos, ya que ahorra energía y se reducen las emisiones de óxido nitroso, un potente GEI.¹⁸⁸

4.3. Beneficios económicos

Una estrategia de basura cero mantiene de manera importante la alineación entre los objetivos económicos y los medioambientales. Este enfoque no sólo minimiza los daños ambientales, sino que también es significativamente menos costoso que los sistemas que se basan en quemar o enterrar los residuos. Además, contribuye a crear una sociedad justa.

Los sistemas de basura cero abren oportunidades laborales más atractivas que los trabajos que ofrece la gestión tradicional de residuos, ya que fomentan las habilidades más allá del trabajo manual básico, pagan salarios más altos, ofrecen empleos más permanentes y mejoran la calidad de vida. Además, requieren una inversión de capital inicial mucho menor en comparación con lo necesario para las instalaciones tradicionales, lo que supone una mayor sustentabilidad fiscal. Las empresas de basura cero han florecido en todo el mundo, impulsando la innovación y la sostenibilidad.

4.3.1. Creación de empleo

Según un reciente meta-análisis mundial sobre el potencial de creación de empleo de los diferentes sectores de gestión de residuos,¹⁸⁹

las estrategias de basura cero obtienen la mejor puntuación en cuanto a beneficios ambientales, además de crear el mayor número de puestos de trabajo:

- *La reutilización crea 200 veces más empleos que el enterramiento y la incineración.*
- *El reciclaje crea alrededor de 70 veces más empleos que el vertido y la incineración.*

- *La refabricación crea casi 30 veces más empleos que el vertido y la incineración.*

El informe analiza el potencial de creación de puestos de trabajo en ciudades de todo el mundo, si estas desviarán el 80% de los residuos reciclables y compostables del vertido y la incineración. Las cifras son impresionantes: por ejemplo, Dar Es Salam y Ho Chi Minh podrían crear más de 18.000 empleos, y São Paulo podría llegar a la asombrosa cifra de 36.000 nuevos trabajos.

Los resultados también desacreditan la creencia de que el sector de los residuos sólo puede ofrecer salarios bajos y empleos indeseables. Se presentan sólidas pruebas cualitativas de la diversidad de los puestos de trabajo y de las habilidades específicas que requieren, lo que se refuerza en lo observado en los estudios de casos, que constatan que los sistemas de basura cero crean un gran número de puestos de trabajo con un salario mejor que el mínimo.¹⁹⁰

La importancia de esta correlación es que demuestra la compatibilidad de los objetivos medioambientales y económicos de la estrategia basura cero, y sitúa

@Santiago Vivacqua/GAIA



al sector de la gestión de residuos como una infraestructura social oportuna donde las inversiones pueden reforzar la resiliencia local y global.

Por ejemplo, Recology, en San Francisco (EE.UU), es una empresa de gestión de residuos sindicalizada, propiedad de los trabajadores, que además de lograr una tasa de recuperación del 80%,¹⁹¹ ofrece un salario inicial de 40 dólares por hora a los conductores de recolección de residuos, mientras que el ingreso promedio en California de los conductores de recolección de otros sistemas es de 16 dólares por hora.¹⁹²

4.3.2. Mejora de la economía

Al pasar a un sistema de basura cero, los municipios pueden empezar a reducir rápidamente los costos de gestión de residuos que tengan. Esta es una estrategia que, en su esencia es de buena relación calidad-precio.¹⁹⁹

Si una ciudad paga por un servicio de gestión de residuos que sólo contempla la recolección y eliminación en una instalación centralizada, como un vertedero o una incineradora, cambiarse a un sistema de basura cero puede ser muy beneficioso ya que elimina

los costos de transporte, de funcionamiento de las estaciones de transferencia, de mantenimiento de vehículos sofisticados, de alquiler del espacio donde se ubica vertedero, y las tasas de entrada al vertedero o la incineradora. A diferencia de la gestión de residuos a través de instalaciones de eliminación, la venta de materiales reciclables y de compost de un sistema de basura cero puede incluso generar ingresos.

Por ejemplo en Parma, Italia,²⁰⁰ (196.518 habitantes), ha reducido 450.000 euros del coste anual total de la gestión de residuos tras introducir un sistema de basura cero. En el norte de Italia, el costo de la gestión de residuales en 50 municipios orientados a una estrategia de basura cero es de 178,9 euros por hogar/año, en comparación con el costo promedio de 245,6 euros por hogar/año en el resto de Italia, lo que representa un 27% de ahorro.²⁰¹

La ciudad filipina de San Fernando (306.659 habitantes) ha reducido el presupuesto anual de gestión de residuos en 36 millones de pesos (594.745 euros) tras pasar a un sistema descentralizado sin residuos.²⁰² La ciudad filipina de Tacloban (242.089 habitantes), por su parte, ahorró 21,6 millones (348.065 euros) en su presupuesto anual tras cambiar a un sistema de basura cero, lo que supone una reducción de un 27%.²⁰³



PAÍS	MUNICIPIO	DESCRIPCIÓN	NÚMERO DE EMPLEOS CREADOS POR CADA 10.000 TONELADAS DE RESIDUOS RECOLECTADOS AL AÑO
SUDÁFRICA	PretoriaTshwane	Una instalación privada de separación de residuos tiene 240 empleados directos que participan en la clasificación, limpieza y embalaje de los materiales reciclables.	20 TRABAJOS
FILIPINAS	La municipalidad de San Fernando	En un programa de desvío de vertederos que comenzó en 2012, la ciudad contrató a trabajadores del sector de los residuos en calidad de recolectores, conductores, separadores, barrenderos y gestores de instalaciones de recuperación de materiales	32 TRABAJOS
INDIA	Bangalore	La empresa social Hasiru Dala Innovations emplea a más de 200 antiguos recicladores para los servicios de recolección de residuos a domicilio y educación, desviando el 80% de lo recolectado	304 TRABAJOS
INDIA	Goa	La empresa VRecycle contrata a antiguos recicladores informales para los servicios de recolección del reciclaje, selección, y educación.	140.9 TRABAJOS
ARGENTINA	Buenos Aires	12 cooperativas con más de 6.500 trabajadores registrados que trabajan en la recolección, clasificación, lavado, trituración y compactación de materiales reciclables	184 TRABAJOS
CHILE	Municipalidad de Peñalolén, en Santiago	Reconocimiento formal de recicladores, los que recolectan materiales reciclables a domicilio	555 TRABAJOS
BRASIL	Londrina	Los recicladores recuperan todo tipo de residuos, además de clasificar y embalar los materiales reciclables	302 TRABAJOS
BRASIL	Dois Irmãos	El colectivo de recicladores recolecta y clasifica el 100% de los residuos de la ciudad, y granula el plástico	288 TRABAJOS
BRASIL	São Paulo	La cooperativa de recicladores YouGreen presta los servicios de recolección, clasificación, y análisis de flujos de residuos.	292 TRABAJOS

En las ciudades con sistemas de gestión de residuos centralizados y basados en la tecnología, uno de los posibles obstáculos financieros para cambiar a un sistema de basura cero es el pago del costo inicial. Una vez establecido, este sistema será mucho más asequible que el convencional, pero pagar en exceso por los actuales sistemas de gestión de residuos deja a los municipios sin los recursos necesarios para invertir en nuevos enfoques. La calculadora de ahorro de ciudades sin residuos²⁰⁴ ha sido diseñada por el miembro de GAIA Ekologi brez meja²⁰⁵ para visualizar y comprender los beneficios financieros que traería adoptar políticas de basura cero.

4.3.3. Sustentabilidad fiscal

Las soluciones que plantea el enfoque tradicional de gestión de residuos son por lo general costosas y se suelen financiar directa o indirectamente por el público. Es común que la partida de la gestión de residuos sea la más importante en los presupuestos municipales, a pesar de que gran parte de los residuos municipales del mundo siguen sin recogerse. Las incineradoras y los vertederos artificiales requieren una gran inversión para su construcción y mantenimiento,

lo que a menudo obliga a los municipios a endeudarse considerablemente.

La incineración de residuos es el método de gestión de residuos más caro, siendo tres veces más costoso que los vertederos, y hasta cinco veces más caro que el reciclaje y el compostaje. Un estudio exhaustivo del sector de los residuos en Estados Unidos, desde su auge en los años 80 hasta la actualidad, concluyó que las incineradoras son una mala inversión para las ciudades.²⁰⁷ Los costos de construcción y mantenimiento son muy altos y muy intensivos en capital en comparación con otras formas de eliminación de residuos. Cuando una incineradora de RSU ha alcanzado o está a punto de alcanzar su vida útil, requiere otra ronda de inversiones, a menudo a costa y riesgo de los contribuyentes locales. El flujo de ingresos de la incineración es volátil y depende de las competitivas tasas de vertido y del acceso al mercado de energías renovables. Aunque las plantas más grandes proporcionan economías de escala que pueden hacer que la rentabilidad sea más segura, estas instalaciones de gran tamaño requieren el transporte y la importación de residuos de zonas más grandes, a veces incluso de otros países.²⁰⁸

Algunos ejemplos conocidos sobre ciudades en quiebra al necesitar invertir en incineradoras son la incineradora de Harrisburg (Pensilvania, EE.UU.), ²⁰⁹ y la de Detroit (Michigan, EE.UU.). ²¹⁰ Ambas suscitaron una polémica continua debido a las emisiones tóxicas y a los costos imprevistos, lo que en gran medida produjo la quiebra de estas ciudades. El problema se produce por un "efecto de bloqueo" económico, causado por la deuda fiscal que contrae el municipio para poder instalar y gestionar una incineradora. De este modo, se crean sistemas de gestión de residuos atrapados en la dependencia de grandes cantidades de residuos como materia prima para el funcionamiento de las incineradoras, lo que impide el desarrollo de políticas sustentables, y, en resumen, castiga cualquier intento de ser más eficiente. Esta dinámica se ha podido ver en otros lugares del mundo como Gotemburgo (Suecia), ²¹¹ Honolulu (EE.UU.) ²¹² y Reino Unido, ²¹³ entre otros.

En un sistema de basura cero este efecto de bloqueo no se produce, en especial en lugares (como el Sur Global), donde son descentralizados y dependen de la infraestructura de recolección, clasificación, reciclaje y compostaje en manos de la comunidad local. Idealmente, un sistema basura cero se reforzaría con políticas de reducción de residuos, aunque esto aún no termina de adoptarse masivamente.

Al implementar un mejor sistema de recolección y reciclaje/compostaje, los municipios pueden, en promedio, reducir en un 70% los costos de gestión por cada tonelada de residuos. ²¹⁴ Los residuos orgánicos representan el mayor componente de los flujos globales de residuos. ²¹⁵ Por lo tanto, su prevención y separación en origen, pueden reducir un volumen importante del material total enviado a vertederos o incineradoras. Esto, a su vez, evita la costosa construcción de nuevas infraestructuras de eliminación. En cuanto a las opciones de tratamiento alternativas, el compostaje es rentable, tiene bajos costos de implementación y requiere menos superficie que los vertederos. ²¹⁶ En los países donde se están ampliando los servicios de residuos, el bajo precio del compostaje puede liberar fondos para ampliar la cobertura de la recolección de residuos. Una vez terminado, el compost puede venderse para sufragar los costos de operación. Además, la descentralización del sistema puede ahorrar en la recolección, el combustible para el transporte y las grandes infraestructuras.

@Petras Bogdan



4.3.4. Innovación empresarial

En los últimos años, ha surgido una serie de empresas con un enfoque de basura cero, pues el sector empresarial se alinea cada vez más con modelos de producción y consumo que buscan evitar y minimizar los residuos. En particular, han aparecido muchas empresas que sustituyen los envases de un solo uso y los envases en general, aprovechando la demanda de unos consumidores cada vez más conscientes del impacto de los residuos plásticos.

Por lo tanto, la prohibición de productos y envases que generan residuos, como los plásticos de un solo uso, no debería verse como algo perjudicial para la economía. Al contrario, se están creando las condiciones propicias para surjan nuevas empresas innovadoras. A diferencia de las multinacionales, que dependen en gran medida de los envases de plástico, estas tienen más probabilidades de ser locales y de mantener la actividad económica también a nivel local.

En Europa, la idea de las tiendas sin envases está creciendo rápidamente, aumentando locales, puestos de trabajo y las ventas en los últimos 5 a 10 años. A largo plazo, se prevé un mercado para productos a granel de 1.200 millones de euros en la UE para 2030, cuyo potencial de crecimiento es, en el mejor de los casos, mucho mayor.²¹⁸

Lo anterior coincide con las características y tendencias observadas en las empresas de economía circular.²¹⁹ Ambos tipos de empresas se definen en oposición a los negocios lineales, basados en el paradigma de "tomar-hacer-desperdiciar".

¿Cómo son las empresas innovadoras de basura cero?²²⁰

1. Los negocios de basura cero se organizan en base a la recuperación de materiales de alta calidad post consumo es decir, productos y envases usados, como vasos reutilizables o aparatos electrónicos. Mientras que la industria lineal no se preocupa por sus productos después de su venta, las empresas de basura cero están diseñadas para realizar un seguimiento de estos, de modo que se recupere fácilmente para su reutilización, o para servir de materia prima. Así, las empresas se motivan a garantizar la entrega de productos de alta calidad y larga duración, diseñados para ser duraderos y reparables. Que un producto pueda ser reparado, mejorado, renovado, refabricado o comercializado de nuevo, es un valor añadido esencial. Ejemplos de este modelo son los sistemas de devolución de depósitos (DRS) o el llamado "leasing" (arriendo).

barePack: contenedores reutilizables para el reparto de comida en Singapur

barePack facilita el consumo de comida a domicilio en contenedores reutilizables través de una aplicación. Se basa en la afiliación a través de varias plataformas de reparto como Foodpanda, Deliveroo y Grab. La aplicación muestra los restaurantes inscritos en la red y las opciones de contenedores reutilizables. Los clientes devuelven los envases usados a los restaurantes, donde se limpian y se preparan para ser utilizados de nuevo.

2. Los negocios de basura cero son posibles gracias a una colaboración conjunta a lo largo de la cadena de suministro: mientras las empresas lineales funcionan en base a reducir costos y en competir con otros proveedores, una empresa de basura cero se beneficia del trabajo conjunto de todos los actores a lo largo de la cadena de suministro. Su valor añadido es, justamente, el proceso conjunto de montaje y desmontaje, entrega y recuperación, especialmente en el caso de los sistemas de envases reutilizables donde la colaboración entre clientes, empresas, empleados, proveedores logísticos, y municipios, es la clave del éxito.²²¹ Por ejemplo, los modelos de entrega en línea de envases reutilizables ofrecen una alternativa a los servicios a domicilio en envases de un solo uso, funcionando en un sistema de circuito cerrado de reutilización y redistribución. Los consumidores de estos servicios descargan aplicaciones específicas para pedir comida a domicilio o localizar restaurantes que se basen en un sistema sustentable de reutilización y devolución de envases.



Refillables Hoi An en Vietnam: una tienda sin envases

Refillables Hoi An es el primer concepto de tienda rellenable en el centro de Vietnam. Fundado por Alison Batchelor, una profesional con un estilo de vida sin residuos que al llegar a Vietnam desde Canadá, echó de menos la posibilidad de comprar en tiendas sin envases. Hoy An propone una experiencia sin envases asequible, dirigida a familias de bajos ingresos.

El compromiso con la comunidad para aumentar la prevención de residuos, es, de hecho, parte de su propuesta de valor. La creadora ha observado que los proveedores han aumentado su número de patrocinadores en las *startups*. Actualmente, hay tres puntos en Da Nang realizando recargas; mientras que los nuevos negocios están tomando el ejemplo de Refillables Hoi An en cuanto a su oferta de productos. Refillables Hoi An mantiene una sólida alianza con sus proveedores. Esta colaboración resulta fundamental para garantizar tanto la minimización de los residuos de plástico como los precios asequibles. Algunos de los proveedores han ofrecido descuentos en los precios al por mayor, que se facilitan con compras en grandes volúmenes.

- 3. Por lo general, más que un producto las empresas de basura cero venden un servicio**, lo que se conoce como "servitización": proporcionar el acceso a productos para satisfacer las necesidades de los usuarios sin necesidad de poseer un producto físico. Este tipo de servicios suele funcionar a través de una red local que reúne negocios familiares, y se gestiona a través de la suscripción o afiliación. Muchas empresas han desarrollado aplicaciones móviles o mapas web para ayudar a los clientes a identificar los negocios participantes.

El proyecto Lavanda de Eta Beta, Bolonia (Italia)

Este proyecto ofrece el servicio de recolección y lavado de pañales de tela usados en esta localidad, además de la entrega de otros limpios. Actualmente, el proyecto trabaja con administraciones públicas, organizaciones y cooperativas que gestionan guarderías. En el futuro, Lavanda quiere ampliar su servicio a nivel familiar.

- 4. Las empresas de basura cero se basan en valores ecológicos y sociales que complementan la filosofía y cultura del negocio.** Desde la base del diseño, estas empresas son regenerativas y restaurativas, manteniendo los recursos en uso a su máximo valor durante el mayor tiempo posible, garantizando beneficios socioeconómicos a través de mejores medios para ganarse la vida, priorizando la economía local. Su idea es sustituir la economía lineal basada en el modelo de "tomar-hacer-desperdiciar", que actúa como si nuestro planeta tuviera recursos infinitos. En este sentido, la propuesta de valor de un modelo de negocio sin residuos es un compromiso directo con la mejora de la sustentabilidad a nivel global, más allá del eco consumismo convencional.

Hasiru Dala en India: Integrando a los recicladores

La visión de Hasiru Dala es integrar a una generación de recicladores en la economía circular. Su objetivo es crear mejores medios de vida para los recicladores a través de negocios inclusivos que aporten al medioambiente. Actualmente, entre sus servicios se incluyen la organización y provisión de eventos de basura cero en los que los plásticos de un solo uso se sustituyen por opciones compostables o reciclables. También ofrecen el cumplimiento de la Responsabilidad Ampliada del Productor (RAP) a los empresarios dueños de marcas.



4.4. Beneficios sociales

4.4.1. Mejor acceso y seguridad a la energía

Una fuente de energía accesible del sistema de basura cero es la digestión anaeróbica. Al ser implementada de forma descentralizada y dirigida por la comunidad, mejora la seguridad energética de la comunidad local. El biogás derivado de la digestión anaeróbica es un sustituto del gas natural, proporcionando una fuente de energía renovable que puede llegar a aquellos sectores difíciles de electrificar. Sin embargo, la implementación de la DA requiere tomar ciertas precauciones, explicadas en la sección 2.2.2.2.

La digestión anaeróbica es un proceso biológico en el que un diverso grupo de microorganismos convierte la materia orgánica compleja en un producto final, simple y estable, en ausencia de oxígeno. Este proceso, que ocurre en recipientes sellados (digestores anaeróbicos), recoge el metano hasta su quema como combustible, convirtiéndolo en CO biogénico₂. En este sentido, la digestión anaeróbica puede ser una alternativa atractiva al producir biogás, una mezcla de metano y dióxido de carbono que sirve como recurso energético. El biogás también puede guardarse para convertirse en electricidad, lo que contribuye a equilibrar el suministro fluctuante de las energías renovables intermitentes.²²²

La digestión anaeróbica se usa en diferentes regiones del mundo para la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, y reducir la cantidad de material que se deposita en los vertederos, estabilizar el material orgánico antes de su eliminación con el fin de reducir futuras repercusiones medioambientales para el agua y el aire, y recuperar energía. Los avances y la adopción de esta tecnología están cobrando ímpetu rápidamente. En investigación se han desarrollado procesos de digestión anaeróbica utilizando diferentes sustratos orgánicos; unidades de digestión anaeróbica baratas y a pequeña escala se han empleado con gran éxito en comunidades remotas cuyo acceso a las redes de energía es menos estable, en países como Bangladesh, India y China. En Kerala, donde el 70% de los residuos son orgánicos compostables, la digestión anaeróbica es una gran opción para generar energía a partir de la fracción putrescible de los RSU, y para reducir el problema de la eliminación en la región.

4.4.2. Reducción de la pobreza y la desigualdad mediante la inclusión de los recicladores

Aun cuando el sector informal desempeña un rol en la gestión de residuos, los recicladores suelen ser marginados y vivir en la extrema pobreza.²²⁴ El reciclaje es un trabajo mal remunerado, sucio y a menudo degradante. Por lo general, las autoridades ignoran o directamente desincentivan la labor de los recicladores, descuidando una oportunidad para aumentar la reutilización y el reciclaje de los residuos.²²⁵ Como resultado, muchos recicladores terminan arriesgando su salud en el trabajo, a la vez que carecen de acceso a asistencia sanitaria y a otros tipos de protección social.²²⁶

En un sistema de basura cero, incluir a los recicladores es fundamental para mejorar sus medios de vida y así, contribuir a la reducción de la pobreza y la desigualdad, especialmente en mujeres vulnerables.

Un análisis de 45 documentos recientes que abarcan estudios de casos sobre recicladores de 27 países diferentes demostró que integrar a los recicladores al sector formal puede aliviar la pobreza al asegurar el sustento de los recicladores y sus familias.²²⁷

También aporta otros beneficios sociales, como la reducción del trabajo infantil y la desigualdad de género, así como la eliminación del estigma asociado a esta línea de trabajo. Otros estudios también apuntan a la importancia de incluir de manera formal a los trabajadores, para que generen ingresos, y para empoderar económicamente a las mujeres recicladoras; además de aportar a lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible sobre la erradicación de la pobreza (ODS 1) y la mejora de la igualdad de género (ODS 5).²²⁸

Incluir a los recicladores en los sistemas de gestión, se puede ayudar a resolver estos problemas gracias a un reconocimiento formal de su labor, a su participación en los procesos de toma de decisiones de la gestión municipal de residuos, y su acceso a instalaciones de infraestructura. Estas acciones entregarán dignidad, seguridad personal y mayores ingresos.

Ejemplos exitosos de integración de recicladores

- En la India, la integración de los recicladores en el sistema formal ha resultado de gran valor para el sector. Por ejemplo, Hasiru Dala, una organización con sede en Bangalore, en un trabajo en conjunto con las autoridades locales, emitió tarjetas formales a los recicladores. Gracias a ello, las trabajadoras pudieron abrir cuentas bancarias, cientos de jóvenes pudieron obtener préstamos para su educación y muchas familias pudieron acceder a un seguro médico.
- En Filipinas, los trabajadores de la basura que solían recoger residuos de las calles se han integrado oficialmente al programa de basura cero como trabajadores formalizados. Esto les ha permitido ganar mejores salarios y mejores condiciones de trabajo.
- La ciudad de Malabon, una ciudad muy urbanizada y densamente poblada en Metro Manila (Filipinas), puso en marcha un programa de basura cero en 2017 en todos los barangays (barrios) de la ciudad, muchos de los cuales ya están en la fase de implementación avanzada. Los recicladores de Potrero, en la ciudad de Malabon, solían ganar entre 20 y 40 dólares al mes vendiendo materiales reciclables a las tiendas de chatarra; ahora reciben un salario mensual de 60 dólares como trabajadores de residuos del pueblo, además de lo que ganan vendiendo materiales reciclables que recolectan en las viviendas particulares.²²⁹

4.4.3. Seguridad alimentaria y del agua

Tanto el compost como el digestato (un producto de la digestión anaeróbica) tienen un impacto beneficioso para el sector de los residuos y la agricultura: al aportar nutrientes al suelo, aumenta su fertilidad y su capacidad para retener el agua, proveyendo a los ecosistemas alimentarios y acuáticos.

Las investigaciones demuestran que las prácticas agroecológicas, como la diversificación de las explotaciones, la agrosilvicultura y la agricultura orgánica, pueden aportar significativamente a los objetivos de adaptación y mitigación del clima para países de ingresos bajos y medios, a través de sus sistemas de alimentación.²³⁰ En este contexto, la estrategia de basura cero puede ser un gran aliado de la agroecología. El uso de compost o biodigestato en el suelo favorece la agricultura urbana y periurbana, lo que a su vez reduce el riesgo de inundaciones y la gravedad de las sequías, y es especialmente beneficioso para los pequeños agricultores y las familias autosuficientes.

El hecho de que en muchas partes del mundo los residuos sean principalmente orgánicos (más del 50%) y que el compost pueda ser un gran aporte a la agricultura que alimenta al mundo, debería abrir camino hacia un mercado para el compost. Actualmente, los desafíos que han impedido que esto suceda son la falta de apoyo a nivel municipal, la dependencia de los fertilizantes subvencionados por el gobierno,²³¹ y la falta de concienciación pública. Subvencionar el compostaje y el uso de residuos orgánicos en la agricultura, sería una medida de gran eficacia para aumentar la aceptación y la demanda de este.²³²

4.4.4. Mejoras para la salud

Dado que los artículos desechables causan contaminación a lo largo de todo el ciclo de vida, un sistema de basura cero evidentemente reducirá la contaminación y mejorará la salud de la comunidad, especialmente de quienes viven cerca de estas instalaciones. Esto se presenta exhaustivamente en el punto 4.2.1, en el apartado de reducción de la contaminación atmosférica y de los residuos tóxicos.

La fuga generalizada de plástico al medio ambiente y su persistencia en forma de microplásticos (de menos de 5 mm) se ha infiltrado a la cadena alimentaria humana, y cada vez hay más pruebas de que los seres humanos ingieren plástico a través de la comida.^{237 238} La fuga generalizada de plástico al medio



@Johnathan Nightingale

El exitoso ejemplo de São Paulo

São Paulo es un gran ejemplo de una ciudad que está tomando medidas para coordinar conjuntamente el aporte de las estrategias de basura cero, la agroecología y los sistemas alimentarios sustentables, a la vez que contribuye en los problemas de inclusión y equidad social. Así lo demuestra el proyecto "Conecta los puntos", una iniciativa de la municipalidad de São Paulo que ganó el gran premio del Desafío de los Alcaldes 2016 de Bloomberg Philanthropies en América Latina y el Caribe. Su objetivo es crear una economía circular para el sector de los alimentos, involucrando a los agricultores locales y periurbanos, entregando apoyo directo en su transición hacia la agricultura orgánica. Así, para incentivar este cambio, el municipio planea comprar el 30% de los productos de los pequeños agricultores destinado a la alimentación.²³³ A su vez, los agricultores ecológicos reciben compost de una instalación piloto de compostaje en Lapa, la cual la produce gracias a los residuos orgánicos recogidos de unos 50 mercados callejeros, y los provenientes de la jardinería. Esta infraestructura piloto puede tratar hasta 60 toneladas de residuos orgánicos a la semana y producir aproximadamente 900 toneladas de compost al año.²³⁴ Además, São Paulo tiene una red de más de 50 organizaciones locales de la sociedad civil que promueven la campaña São Paulo Composta, Cultiva, la que solicita a las autoridades locales que aumenten su compromiso con las políticas públicas de separación en origen y de reciclaje de residuos orgánicos, así como con la promoción de la agroecología desde el municipio.²³⁵ Un laboratorio de ideas local, el Instituto Pólis, presentó una propuesta integral para implementar una recolección segregada de residuos orgánicos, y un programa de compostaje comunitario que prioriza la participación de las organizaciones de recicladores.²³⁶

ambiente y su persistencia en forma de microplásticos (de menos de 5 mm) se ha infiltrado a la cadena alimentaria humana, y cada vez hay más pruebas de que los seres humanos ingieren plástico a través de la comida.^{239 240} La prevalencia de tóxicos procedentes de envases y de residuos plásticos en el suministro de alimentos ha provocado un aumento de la toxicidad en nuestros cuerpos y en el entorno que nos rodea: se han encontrado tóxicos en la sangre humana y en todas partes del planeta.

Hay miles de sustancias químicas en los "materiales en contacto con los alimentos (MCA)" que pueden migrar a nuestra comida o bebida y acabar en nuestro cuerpo. Sólo en Europa hay alrededor de 8.000 sustancias químicas que se usan en los envases de los alimentos²⁴¹ o en otros materiales en contacto con los alimentos, y muchas de las sustancias químicas son carcinógenas²⁴² y disruptores hormonales que se asocian a una mayor incidencia de cáncer, infertilidad,²⁴³ trastornos del desarrollo,²⁴⁴ y trastornos inmunológicos, y los costos relacionados con las enfermedades del neurodesarrollo y la pérdida de coeficiente intelectual alcanzan los 157.000 millones de euros al año.²⁴⁵ Las mujeres se exponen a mayores riesgos de aborto, cáncer, otras disparidades relacionadas con el género, ya que estas sustancias químicas se encuentran habitualmente en productos de higiene doméstica y femenina.²⁴⁶

4.4.5. Reducción de los factores de estrés (ruido, tráfico, congestión)

Los programas de basura cero reducirían las molestias causadas por las instalaciones de eliminación de residuos, particularmente las incineradoras. Las personas que viven cerca de incineradoras o vertederos se quejan del ruido, de la basura, del tráfico de vehículos pesados, del olor y la contaminación del aire. Cuando en verano sube la temperatura, el olor suele empeorar, lo que obliga a la gente a cerrar las ventanas y evitar salir al exterior. Las zonas con incineradoras experimentan un mayor tráfico de vehículos, con camiones que traen la basura desde otros municipios o condados. Los operadores suelen restar importancia a estas molestias durante las fases de planificación y solicitud de permisos, y cuando estos problemas se producen, estos mismos operadores suelen desestimarlos como inevitables.

4.5. Beneficios políticos e institucionales: mejora de la calidad de la democracia

Algunos de los sistemas de basura cero más exitosos han sido liderados por un trabajo conjunto entre la sociedad civil, las autoridades locales y los gobiernos, reuniendo a un amplio abanico de partes interesadas en construir una base política y visionaria común que fortalezca la calidad de la gobernanza.



En estos casos, las comunidades participaron desde el diseño del plan, o en otros casos se realizaron procesos de consulta inicial. El resultado fue un mejor diseño y mayores índices de participación, ya que los programas se adaptaron a las necesidades y a cada contexto específico de cada comunidad. Por ello, luego los residentes fueron particularmente comprometidos a la hora de consumir de forma sustentable, minimizar los residuos, separar los desechos y hacer compost en sus casas. También fueron más activos en la labor de monitoreo de los programas de su propia comunidad, en colaboración con las autoridades locales.

Por ejemplo, en Thiruvananthapuram (India), un grupo de voluntarios jóvenes autodenominados Green Army International, jugaron un rol clave en la implementación del "Protocolo Verde", una iniciativa gubernamental para erradicar los plásticos de un solo uso de los actos públicos.

Basura cero es un sistema inclusivo que garantiza la inclusión y el respeto a la comunidad y a todos los actores sociales implicados en la conservación de los recursos, especialmente a los recicladores informales, cuyo sustento depende de los materiales desechados. Los trabajadores que manipulan los residuos están plenamente integrados en los procesos de diseño, ejecución y seguimiento, ya que es la aplicación de sus habilidades y esfuerzos lo que, en última instancia, hace que el sistema funcione. Un sistema exitoso de basura cero prioriza la seguridad y el bienestar de los trabajadores de los residuos y garantiza que sus intereses estén alineados con el éxito del programa. En algunas comunidades, donde los recicladores informales provienen de poblaciones históricamente excluidas, esto va a significar poner fin a prácticas discriminatorias de larga data.

Factores de estrés de las incineradoras de residuos ²⁴⁷

En Reino Unido, los residentes de las zonas que albergan instalaciones de residuos han manifestado graves quejas por ruidos, olores y otros tipos de molestias. Entre los casos se incluyen ruidos que duran de 2 a 3 minutos cada vez, durante todos los días, y vibraciones molestas de los trenes de carga que transportan residuos en Runcorn, lo que dio lugar a una protesta de 100 residentes en 2015. ²⁴⁸ En Derby, se denunciaron malos olores a causa de la comida en descomposición y el creciente número de moscas, que obligaron a los residentes a mantener sus ventanas cerradas. ²⁴⁹ Los residentes de Detroit (Estados Unidos) sufrieron durante décadas fuertes olores a huevos podridos y basura en descomposición procedentes de una incineradora con más de 20 registros de infracción por olores, hasta que la cerraron en 2019. ²⁵⁰

Finalmente, para el funcionamiento de las incineradoras se requieren camiones diésel de gran tonelaje para el transporte de residuos, los que emiten contaminantes atmosféricos peligrosos además de provocar ruidos fuertes y congestión del tráfico. ²⁵¹

5.

Estudios de caso

5.1. Introducción

5.1.1. Antecedentes

Los siguientes estudios de caso ofrecen una visión de lo que sería una sociedad sin residuos y los beneficios que traería la mitigación de las emisiones de GEI. Aunque los principios de la estrategia de basura cero son universales, su implementación varía de un lugar a otro, dependiendo de factores locales. La selección de las ciudades para el presente estudio de casos se hizo con el fin de representar una amplia gama de condiciones. Hay ejemplos de megaciudades, de tamaño pequeño y mediano; ciudades con presupuestos generosos para la gestión de residuos y otras que se esfuerzan por recolectar lo que generan; ciudades con una variedad de condiciones climáticas; ciudades con un sector informal sólido y otras que no lo tienen; ciudades con sistemas de gestión de residuos muy centralizados y otras con muchos actores privados y públicos involucrados; ciudades que crecen rápidamente, otras que crecen lentamente, e incluso una ciudad cuya población se prevé que va a disminuir.

Sin embargo, todas comparten la presencia de una organización miembro de GAIA activa y dispuesta a asociarse con el gobierno local correspondiente para transformar el sistema de gestión de residuos. La mayoría de estas ciudades ya tiene un proyecto piloto de basura cero funcionando con éxito, y que podría ampliarse con la ayuda de su municipio. Estas organizaciones desempeñaron un papel fundamental

en la obtención, el análisis y la traducción de los datos en los que se basan los estudios sobre GEI. Los escenarios sin residuos representados en este estudio, se han extraído de la visión que cada cual tiene para su propia ciudad.

5.1.2. Modelización de un sistema de basura cero

Para calcular las emisiones de GEI proveniente del sector de los residuos, utilizamos la "Calculadora de Carbono para Proyectos de Basura Cero" desarrollada por inédit para la Academia Misión Cero. Esta herramienta compara dos escenarios, uno de referencia y otro alternativo, para determinar qué cambio podría haber, con respecto a las emisiones globales de GEI, según el sistema de residuos en funcionamiento. Una característica particular de esta herramienta es su capacidad para analizar las emisiones que provienen de la reducción de la generación de residuos. Para más detalles, ver el anexo de datos y metodologías.

La Evaluación Global del Metano se situó como una meta clave para una rápida acción climática el año 2030. Gracias a experiencias previas, sabemos que los sistemas de gestión de residuos se pueden cambiar drásticamente en periodos de tiempo muy breves. En este estudio, hemos creado un escenario de referencia o de continuidad, y un escenario alternativo sin residuos ("en vía a") para cada ciudad. Se usaron los mismos datos de población, generación de residuos y composición de estos para ambos escenarios. El escenario sin residuos difiere del de continuidad en



@Rommel Cabrera/GAIA

unos índices de desvío globales que varían entre el 42% y el 68%.

Experiencias previas indican que las ciudades pueden alcanzar tasas de desviación de residuos de un 80% o más en pocos años (ver apartado 2.1).

Los escenarios sin residuos modelados en este informe no representan un punto final o un objetivo definitivo para el sistema de gestión de residuos. Deben entenderse como una estimación conservadora para un sistema de residuos que se encuentra en proceso de cambio, y un logro a realizar para el año 2030. Por lo tanto, los resultados son indicativos de programas moderadamente ambiciosos. Se pueden esperar mejores resultados en cuanto a la reducción de emisiones si se implementaran programas de basura cero más ambiciosos.

5.2. Estudios de caso por ciudad (por actualizar)

dos aspectos importantes, y los cambios resultantes en las emisiones de GEI se reflejan gracias a solo dos acciones:

- 1. el uso de estrategias de minimización de residuos para reducir la generación de determinados flujos de residuos** (en particular, los plásticos de un solo uso y, en el caso de Bandung, los desechos de comida). Estos escenarios son específicos para cada ciudad y se basan en planes o propuestas que ya existen.
- 2. el desvío del material desechado hacia usos beneficiosos, como el compostaje y el reciclaje.** Proyectamos un índice de desviación del 80% para las categorías de materiales fáciles de reciclar (orgánicos, metales, vidrio, papel, cartón y madera), y de 15% para los materiales difíciles de reciclar (plástico, textiles). De este modo, se obtienen

- 5.2.1. **Leópolis, Ucrania**
- 5.2.2. **Dar es Salaam, Tanzania**
- 5.2.3. **Temuco, Chile**
- 5.2.4. **São Paulo, Brasil**
- 5.2.5. **eThekwiní (Durban), Sudáfrica**
- 5.2.6. **Seúl, Corea del Sur**
- 5.2.7. **Bandung, Indonesia**
- 5.2.8. **Detroit, EE.UU.**



@Rommel Cabrera/GAIA

Leópolis, Ucrania

Potencial de reducción de GEI con basura cero: 93%

Estadísticas clave (2021)

- **Población: 783.065**
- **Generación total de residuos sólidos municipales: 238.965,63 toneladas al año**
- **Producción de residuos per cápita: 0,84 kg/día**
- **Recolección de residuos: 11% de recolección diferenciada**
- **Tasa de desviación de residuos: 11%**

Leópolis es el centro cultural, económico y empresarial de Ucrania occidental. Con una población de 783.065 habitantes, más de 2,5 millones de turistas al año y un número creciente de empresas de tecnología de la información que se instalan en la ciudad, el número de residuos de la ciudad va en aumento. Los artículos de un solo uso y los residuos orgánicos de los lugares turísticos, así como el creciente número de residuos electrónicos, suponen un reto para un centro medieval que no está preparado para organizar la recolección de residuos. La guerra rusa en Ucrania también convirtió a Leópolis en el principal refugio de refugiados y centro de ayuda humanitaria, lo que aumentó enormemente su huella de residuos.

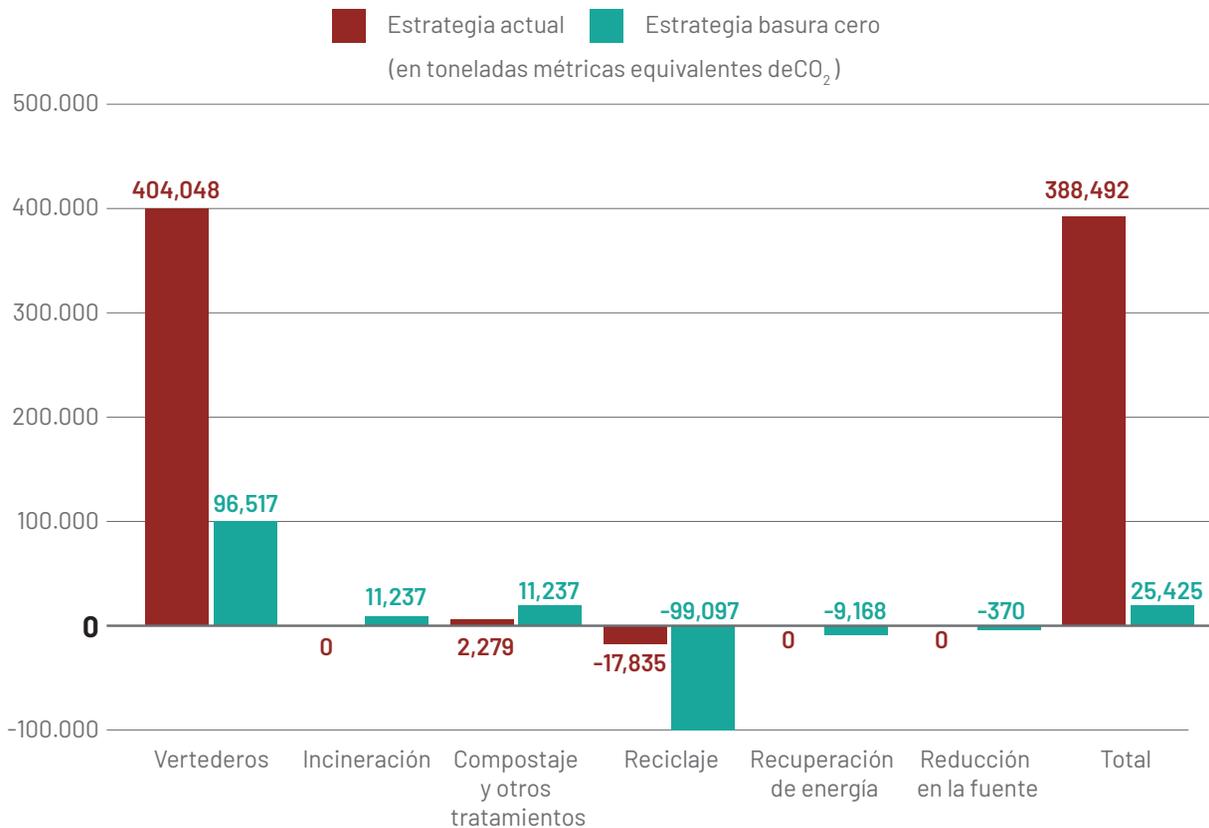
Al igual que otras ciudades de Ucrania, Leópolis carecía de un sistema sólido de recolección y recuperación de residuos. Sin embargo, un gran incendio en el vertedero de Lviv Grybovychi en mayo de 2016 cambió la forma en que veía su problema de residuos. El vertedero se cerró de forma permanente después de que el fuego cobrara cuatro vidas, lo que llevó al municipio a comprometerse a convertirse en una ciudad sin residuos debido al alto costo de enviar los residuos a los vertederos de otras ciudades o regionales. La tragedia atrajo la atención política y pública sobre la gestión de residuos y provocó una reforma en este sector.

Como primera ciudad no perteneciente a la UE que participa en el programa de certificación Zero Waste Cities, el gobierno local está tomando medidas para mejorar su sistema de gestión de residuos; en septiembre de 2020, la ciudad instituyó la recolección separada en origen de los productos orgánicos, con el objetivo de desviar el 80% de los residuos de cocina y el 100% de los residuos verdes. Junto con las empresas de gestión de residuos, los mayoristas de materiales reciclables y los recicladores informales, el municipio pretende aumentar la recolección diferenciada de materiales reciclables y poner en práctica planes piloto de REP. La ciudad tiene previsto sustituir la vajilla de un solo uso y las cajas de comida para llevar por otras reutilizables y establecer una red de fuentes de agua potable en lugares públicos. Leópolis también es pionera en la sustitución de productos sanitarios, como pañales y productos menstruales, por equivalentes reutilizables. Se hace especial hincapié en las empresas de reparación y renovación, sobre todo de aparatos electrónicos y eléctricos, ropa y calzado, accesorios y muebles. Sin embargo, el plan también suscita inquietudes al incluir un proyecto de construcción de una planta MBT, que producirá combustible derivado de residuos para ser quemado en hornos de cemento en 2024.

@Max Bashyrov

Leópolis en 2030 – Estrategia actual vs. Estrategia basura cero

El siguiente gráfico muestra una estimación de las emisiones anuales de GEI asociadas a la gestión de residuos en Leópolis para el año 2030 de acuerdo a dos escenarios : 1) escenario con la estrategia actual, basado en datos de 2021,y 2))escenario con una estrategia basura cero, en vías a ser una ciudad sin residuos, basado en consultas con organizaciones locales como Zero Waste Lviv. A continuación se detallan los supuestos de cada escenario.



Tratamiento	2030 con la estrategia actual	2030 con la estrategia basura cero
Vertederos	297.433 toneladas de residuos sólidos municipales vertidos al año. La fuente de todas las emisiones de GEI del sector de residuos de Leópolis.	158.480 toneladas de residuos sólidos municipales vertidos (reducción de un 47%) Las emisiones de vertederos caen en un 76% pero siguen siendo la principal fuente de emisiones
Incineración	Ninguna	Ninguna
Compostaje y otros tratamientos	10.431 toneladas de residuos orgánicos se compostan.	104.190 toneladas de residuos orgánicos se compostan, mientras que 158.480 toneladas se envían a MBT.
Reciclaje	26.708 toneladas mediante trabajo voluntario	71.271 toneladas, 2,7 más a través de separación en la fuente. El resultado es una reducción de los GEI superior a las emisiones totales del vertedero.
Recuperación de energía	Ninguna	Ninguna
Reducción en la Fuente	Ninguna	A través de programas voluntarios se evitan 310 toneladas de residuos plásticos.
Tasa de desviación general	11%	67%

Tasa potencial de reducción de GEI con estrategia de basura cero: 93%

Puntos destacados

1

Actualmente, la mayor fuente de emisiones de GEI en Leópolis es el metano procedente de los residuos orgánicos vertidos, ya que la mayoría de los residuos se envían a un vertedero, con mínimos intentos de reciclaje o compostaje.

2

Con la estrategia de basura cero, **podría aumentar la tasa de desviación general desde un 11% al 67%, evitando emisiones de GEI anuales de 63,910 toneladas de CO₂e para el 2030.**

3

Este Sistema reduciría los desechos residuales en un 47%, las emisiones de metano de vertederos en 76%, y las emisiones de GEI totales en un 93%, en contraste a un 2030 con la estrategia actual.

4

La estrategia de basura implica desviar el 80% de los residuos orgánicos de los vertederos mediante el compostaje, el reciclaje (80% de papel, cartón, vidrio y metal, 15% de plástico y textiles y 1,5% de productos electrónicos y otros), la prohibición moderada de plásticos de un solo uso, y evitar la incineración.

5

Las organizaciones de base, incluyendo Zero Waste Lviv aseguran que puede realizarse una estrategia de basura cero gracias al trabajo en conjunto del municipio, los ciudadanos (incluyendo a los recicladores marginados), empresas, ONGs y emprendedores sociales.

Recomendaciones

- **Continuar con la recolección diferenciada y el compostaje de los residuos orgánicos**
- **Prohibir los plásticos de un solo uso.** Continuar y expandir las sanciones para artículos de un solo uso como bolsas, botellas, envases para llevar, etc.
- **Fomentar que los hoteles, restaurantes y cafeterías instalen vasos, vajillas, envases para bebidas y alimentos, envases para llevar y para fiestas reutilizables.**
- **Promover el agua del grifo y las fuentes de agua en los espacios públicos para reducir el uso de agua embotellada.**
- **Promover las estanterías sin envases en los supermercados y mercados al aire libre y la estrategia de "traiga su propio envase"**
- **Creación de un programa sobre pañales reutilizables, entrenamiento temprano para ir al baño, productos menstruales reutilizables.**
- **Apoyar económicamente a programas que fomenten las tiendas de reparación, las tiendas y mercados locales de segunda mano y otras formas de economía colaborativa.**



@Andriana Syvanych



Por: Iryna Myronova. Este estudio de caso es parte del informe: "De cero basura a cero emisiones: Por qué reducir los residuos es clave para combatir el cambio climático (GAIA, 2022)." Informe, datos y métodos disponibles en www.no-burn.org/zerowaste-zero-emissions

Dar es Salam, Tanzania

Potencial de reducción de GEI con basura cero: 65%

Estadísticas clave (2017)

- **Población: 5.200.000**
- **Generación total de residuos sólidos municipales: 1.679.000 tonnes/year**
- **Producción de residuos per cápita: 0,9 kg/day**
- **Recolección de residuos: tasa de un 40% (no hay datos sobre la separación)**
- **Tasa de desviación de residuos: No hay datos**

Dar es Salam es la tercera ciudad de más rápido crecimiento de África y la novena en el mundo, con una población estimada de casi 11 millones de habitantes para 2030. El crecimiento de la urbanización, la industrialización y la población en la ciudad de Dar es Salam ha aumentado la tasa de generación de residuos sólidos.

La recolección de residuos deficiente, la falta de sitios confiables para su eliminación, la inadecuada infraestructura de residuos sólidos y las insuficientes directrices sobre la separación de los residuos en la fuente son algunos de los principales desafíos. Se calcula que la ciudad genera 5.600 toneladas de residuos sólidos diarias, y sólo entre 900 y 1.500 toneladas se llevan al vertedero. Los residuos se transportan y se vierten en el único vertedero oficial, Pugu-Kinyamwezi, que no dispone de recogida de gases ni de otras medidas de mitigación. El resto de los residuos se vierten en terrenos baldíos o en cursos de agua, y gran parte se quema al aire libre.

En Dar Es Salaam, el reciclaje está actualmente impulsado por la labor de un ejército informal de recicladores autónomos y microempresarios. Según la Guía de Inversiones en Gestión de Residuos 2020 de Tanzania, en toda la ciudad hay un total de 15 estaciones de intercambio de reciclaje informales y un vertedero oficial gestionado por el gobierno, que apoyan las operaciones de aproximadamente 1.237 recicladores. Los recicladores recogen los materiales

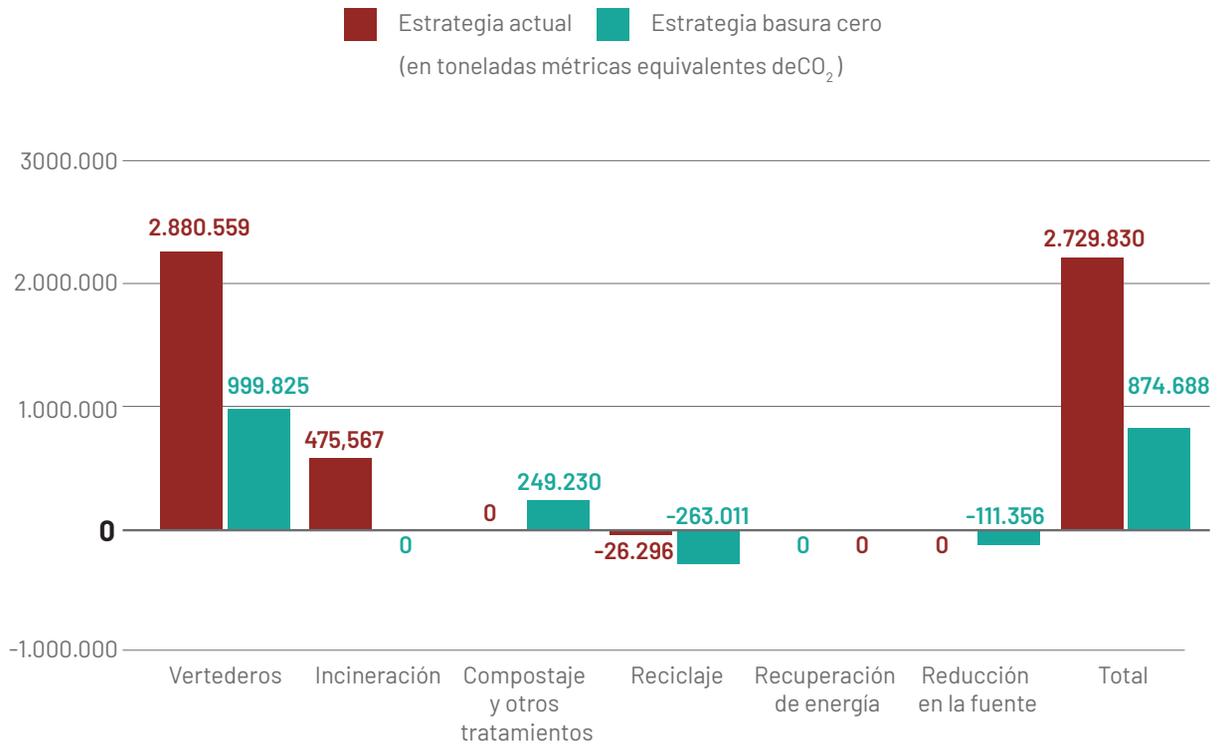
reciclables de las casas y las calles y trabajan también en el vertedero, recogiendo una media de 20 kilogramos por día.

Nipe Fagio, un grupo local que lleva elaborando sistemas de basura cero dirigidos por cooperativas en Dar es Salam desde 2019, ve un gran potencial en la formación y formalización de cooperativas de recolección de residuos para reducir la huella de residuos y de carbono de la ciudad. Como ejemplo, la contribución de la Sociedad Cooperativa Wakusanya Taka Bonyokwa a la recolección diferenciada ayudó a desviar más del 80% de los residuos generados en un sub-barrio de bajos ingresos de Bonyokwa, en el distrito de Ilala en Dar es Salam a través del compostaje, la reutilización y el reciclaje, reduciendo los residuos a un 10-20%.

@Peter Mitchell

Dar es Salam en 2030 – Estrategia actual vs. Estrategia basura cero

El siguiente gráfico muestra una estimación de las emisiones anuales de GEI asociadas a la gestión de residuos en Dar es Salam para el año 2030 de acuerdo a dos escenarios: 1) escenario de continuidad, utilizando la estrategia actual, en base a datos del año 2016, y 2) escenario con una estrategia de basura cero, en vías a ser una ciudad sin residuos, basado en consultas a grupos como Nipe Fagio. A continuación se detallan los supuestos de cada escenario.



Tratamiento	2030 con la estrategia actual	2030 con la estrategia basura cero
Vertederos	2.739.300 toneladas de residuos sólidos municipales eliminados a través de la quema y el vertido a cielo abierto	1.123.481 toneladas de residuos sólidos urbanos. Se pone fin a la quema a cielo abierto. Las emisiones de gases de vertedero descienden un 47%.
Incineración	La quema al aire libre es frecuente; estimamos 508.023 toneladas de CO ₂ e	Ninguno
Compostaje y otros tratamientos	Ninguno	1.192.801 toneladas compostadas
Reciclaje	Un activo sector informal, no hay datos disponibles	423.018 toneladas recicladas, lo que supone una reducción de 371.654 toneladas de CO ₂ e
Recuperación de energía	Ninguno	Ninguno
Reducción en la Fuente	Ninguno	Las prohibiciones de los plásticos de un solo uso reducen los residuos de plástico en 129.514 toneladas, con lo que se evitan 111.356 toneladas de CO ₂ e (una reducción del 35% en la generación total de residuos de plástico)
Tasa de desviación general	0%	53%

Tasa potencial de reducción de GEI con estrategias de basura cero: 65%

Puntos destacados

1

Las emisiones de GEI en Dar es Salam son principalmente las de metano, procedente de los residuos orgánicos en los vertederos. Esto se debe a que, a pesar de ser una ciudad que genera altas cantidades de residuos orgánicos, (49% del total de residuos sólidos urbanos, 39% de residuos de cocina y 10% de hierba y madera); no hay un sistema adecuado de gestión estos residuos.

2

Con la estrategia de basura cero, **Dar es Salam lograría aumentar la tasa de desvío global del 0% al 53%, evitando las emisiones anuales de GEI en 1.889.583 toneladas de CO₂e en 2030.**

3

Este enfoque reduciría los residuos anuales en un 59%, las emisiones de metano de los vertederos en un 47% y las emisiones globales de GEI en un 65%, en contraste con el escenario de 2030 sin cambios. Más de dos tercios de esta reducción provendrían de la disminución de las emisiones de metano de los vertederos, y otra cuarta parte del fin de la quema a cielo abierto

4

La estrategia basura cero implica una tasa de desviación del 80% para los productos orgánicos, el papel, el cartón, el vidrio y el metal, y del 15% para el plástico, los textiles y los productos electrónicos; el fin de la quema al aire libre y la prohibición del plástico de un solo uso (excepto para usos sanitarios, como los pañales, y las botellas transparentes de PET, que forman parte de una economía de reciclaje ya existente). Los residuos orgánicos se gestionarían en una red de estaciones de compostaje a nivel de barrio, de las que ya hay pilotos.

5

Nipe Fagio lleva muchos años trabajando asiduamente en el sector de los residuos y prevé un futuro sin residuos construido en colaboración con los recicladores, quienes desde hace tiempo cumplen un papel fundamental en la captación del valor de los materiales desechados en Dar es Salaam.

Recomendaciones

- **Detener la quema al aire libre.** La ciudad debe evitar a toda costa la quema de residuos al aire libre, pues genera emisiones de GEI, y es un riesgo para el medio ambiente y la salud pública.
- **Prohibir la mayoría de los plásticos de un solo uso.** Tanzania ya ha puesto en marcha una normativa para dejar de producir, transportar, vender y utilizar bolsas de plástico de un solo uso, pajitas y precintos de plástico, y está estableciendo una normativa de responsabilidad ampliada del productor. Con una gran voluntad política y la campaña en curso de la Comunidad de África Oriental sobre el plástico de un solo uso, la ciudad puede reducir aún más los residuos de plástico mediante una normativa más estricta.
- **Integrar a los recicladores informales al sistema.** El municipio debe respaldar el trabajo de los recicladores en la recolección de residuos y en la recuperación de materiales, proporcionándoles el equipo adecuado, la infraestructura y el asesoramiento en materia de certificación. También debería apoyar a las organizaciones de base y a los programas educativos en sus iniciativas para formar a los residentes en prácticas efectivas de reducción de residuos.
- **Apoyar el trabajo de las cooperativas del sector de los residuos.** La disposición de la ciudad, especialmente en los barrios de bajos ingresos no planificados, dificulta que los vehículos de recolección de residuos lleguen a las viviendas. Las cooperativas de residuos podrían desempeñar un papel esencial en la recolección puerta a puerta con la exigencia de la separación en origen, dando servicio a zonas que históricamente han estado fuera de la red.
- **Implementar la separación de residuos en origen vinculada a la recolección diferenciada de los mismos.** La segregación de los residuos en origen, combinada con sistemas de recogida de residuos segregados, aumenta las tasas de compostaje y reciclaje, lo que se traduce en tasas significativas de recuperación de residuos.



@Chris Morgan



Por: Ana Lê Rocha. Este estudio de caso es parte del informe: "De cero basura a cero emisiones: Por qué reducir los residuos es clave para combatir el cambio climático (GAIA, 2022)." Informe, datos y métodos disponibles en www.no-burn.org/zerowaste-zero-emissions.

Temuco, Chile

Potencial de reducción de GEI con basura cero: 73%

Estadísticas clave (2018)

- **Población: 302.931**
- **Generación total de residuos sólidos municipales: 298 toneladas diarias (de residuos residenciales y comerciales)**
- **Producción per cápita de residuos: 0.98 kg/día**
- **Sistema de gestión municipal:**
- **Tasa de recogida del 100% (97,8% en vertederos)**
- **Recolección diferenciada del 1,17 %**
- **Tasa de reciclaje en la ciudad: 2% global**

La ciudad de Temuco está situada en la Región de la Araucanía, en el sur de Chile, una de las regiones más pobres del país. Un tercio de su población es de ascendencia indígena mapuche, la cual se ha enfrentado durante décadas a numerosas injusticias económicas y medioambientales. A principios de la década del 90, el gobierno chileno comenzó a instalar múltiples vertederos en su territorio para gestionar el creciente flujo de residuos del país, lo que llevó a las comunidades locales a realizar campañas contra los vertederos y la contaminación de sus tierras por las aguas residuales.

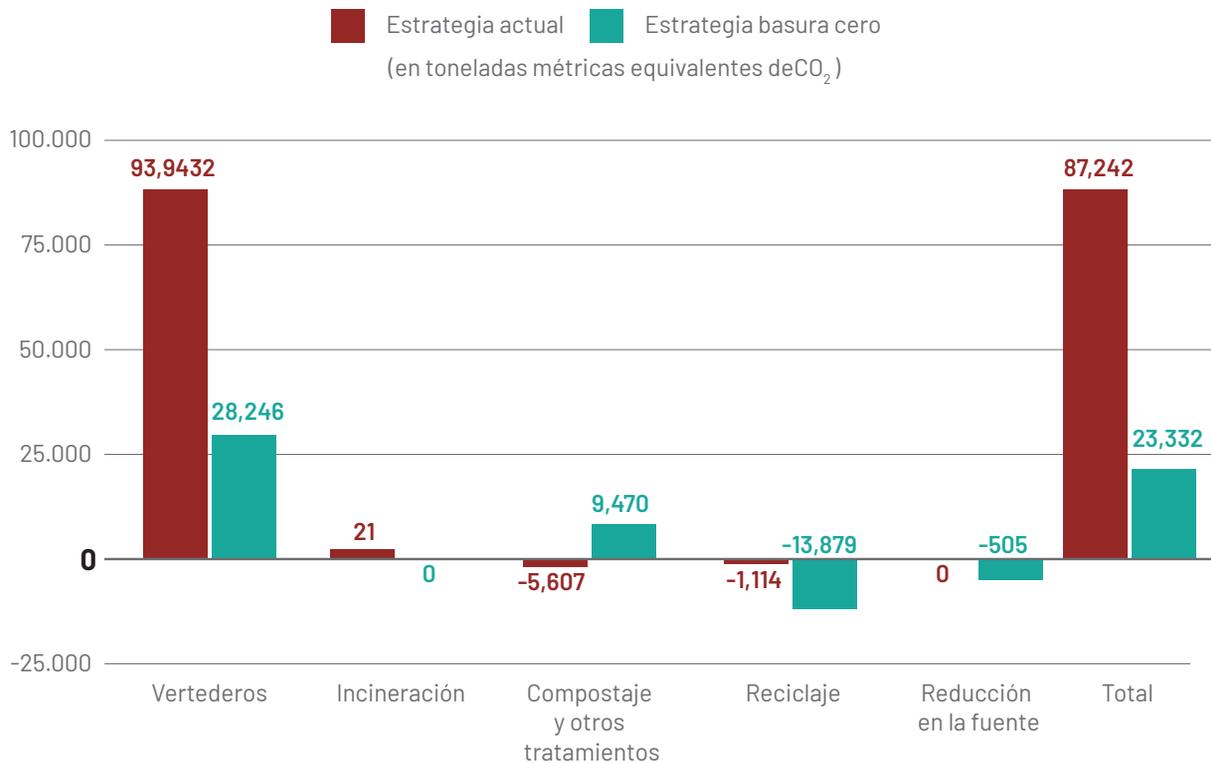
A excepción de un pequeño programa piloto, Temuco no cuenta con un sistema de recolección diferenciada para sus materiales reciclables u orgánicos, por lo que el municipio recoge todos los residuos sin clasificar. Estos se transportan a una estación de transferencia situada a unos 25 km de la ciudad, y luego se eliminan en el vertedero de Laguna Verde, situado en la ciudad de Los Ángeles, a 190 km de Temuco, lo que supone una fuerte carga económica y medioambiental, por el alto costo de transporte y las emisiones de carbono. Tanto la estación de transferencia como el vertedero son de empresas privadas, GERSA y KDM, respectivamente. Una pequeña cantidad de residuos se quema en una planta de cemento. Para reducir el costo en aumento del envío de residuos fuera de la

ciudad, la municipalidad de Temuco intentó construir una incineradora en la ciudad sin éxito, gracias a la resistencia de la comunidad, la cual incluyó la creación de un proyecto piloto de basura cero (más detalles en página 5).

Según datos de 2018, la ciudad recicla sólo el 2% de sus residuos, principalmente vidrio (1,6%) y cantidades marginales de otros materiales reciclables mixtos, a través de los llamados "puntos verdes", contenedores públicos a los que los ciudadanos pueden llevar sus materiales reciclables y que empresas privadas recogen. Desde el año 2019, la municipalidad, por su parte, ha distribuido 3.600 composteras entre los residentes, y calcula que hoy en día, 1.576 toneladas de residuos orgánicos son recuperados cada año, lo cual significa un gran paso para tener un programa municipal de desvío de orgánicos, pero el municipio aún debe tomar más medidas sistémicas. Hay también un programa piloto municipal de recolección selectiva de botellas de plástico PET y cajas de cartón en un barrio, pero una gran parte del reciclaje de la ciudad lo realizan los cientos de recicladores informales que operan dentro de sus fronteras, por lo que las cifras reales de reciclaje son seguramente superiores a las oficiales. Solía haber diez organizaciones que representaban a estos trabajadores, hoy sólo quedan dos: Proyecto Andes y Mujeres Emprendedoras de Vista Verde (más información en la página 4).

Temuco en 2030 – Estrategia actual vs. Estrategia basura cero

El siguiente gráfico muestra una estimación de las emisiones anuales de GEI asociadas a la gestión de residuos en Temuco para el año 2030 de acuerdo a dos escenarios: 1) escenario con la estrategia actual, basado en datos de 2018, 2) escenario con una estrategia basura cero, en vías a ser una ciudad sin residuos, basado en consultas con organizaciones locales como la Red de Acción por los Derechos Ambientales (RADA). A continuación se detallan los supuestos de cada escenario.



Tratamiento	2030 con la estrategia actual	2030 con la estrategia basura cero
Vertederos	123.462 toneladas de residuos sólidos municipales vertidos al año. Los gases de vertedero representan prácticamente la totalidad de las emisiones.	50.073 toneladas de residuos sólidos municipales vertidos al año. Una reducción del 59%.
Incineración	Una pequeña cantidad se envía a hornos de cemento	No hay incineración de residuos
Compostaje y otros tratamientos	Insignificante	El 80% (o 60.871 toneladas) de los residuos orgánicos se compostan
Reciclaje	Mínimo	Se recicla el 80% del papel, cartón, vidrio y metal, y el 15% del plástico, textiles y de los productos electrónicos (un total de 16.843 toneladas)
Reducción en la Fuente	No	La prohibición del plástico de un solo uso en los establecimientos de comida eliminaría 587 toneladas de plástico al año.
Tasa de desviación general	2%	55%

Tasa potencial de reducción de GEI con estrategia basura cero: 73%

Puntos destacados

1

Actualmente, la mayor fuente de emisiones de GEI en Temuco es el metano procedente de los residuos orgánicos depositados en vertederos, ya que todos los residuos se envían a un vertedero, con un mínimo esfuerzo de reciclaje o de desviación de residuos.

2

En un escenario con estrategia de basura cero, **Temuco conseguiría aumentar la tasa de desvío global del 2% al 55%, evitando las emisiones anuales de GEI en 63.910 toneladas de CO₂e en 2030.**

3

Este enfoque reduciría los residuos anuales en un 59%, las emisiones de metano de los vertederos en un 70% y las emisiones globales de GEI en un 73%, en comparación con la hipótesis de estrategia actual para 2030.

4

El escenario con estrategia de basura cero i comprende el desvío del 80% de los residuos orgánicos de los vertederos mediante el compostaje, el reciclaje (80% del papel, cartón, vidrio y metal y 15% del plástico, los textiles y la electrónica), la prohibición moderada de los plásticos de un solo uso y la no incineración.

5

Los recicladores informales desempeñan un papel fundamental en el reciclaje en Temuco, por lo que la ciudad aún tiene que reconocer y apoyar su labor. Los grupos comunitarios siguen abogando por que la municipalidad se convierta en un aliado y socio en el camino hacia ser una ciudad sin residuos.

Recomendaciones

- **Residuos orgánicos**, los que constituyen al menos un 60% del total de residuos generados en Temuco, debería gestionarse principalmente a través de un programa municipal de compostaje establecido y administrado por la ciudad.
- **Reciclables** (vidrio, papel, cartón, metales, plásticos PET-1 y HDPE-2), que representan aproximadamente el 22,5% del flujo total de residuos, deben ser separados y recolectados puerta a puerta por el municipio para poder vender los materiales a los mercados finales para su procesamiento.
- **Plásticos de un solo uso**, utilizado en productos alimenticios y bebidas está siendo regulado por la Ley de Chile NO. 21.368 (agosto de 2021) con una implementación insuficiente. Deben reducirse mediante la promoción de los envases reutilizables. A los grupos locales les sería útil una ordenanza municipal que codifique el uso de los reutilizables. Necesitan, además, tener mejor acceso para comprar a granel, a fin de abandonar la cultura de usar y tirar. También habría que aplicar recortes más profundos a los plásticos de un solo uso.
- **Instalar un sistema de banco de alimentos** que sirva para redistribuir los alimentos a las comunidades de bajos ingresos y evitar que los alimentos sobrantes de restaurantes, fruterías, panaderías, etc. se desperdicien.
- **Los recicladores** deben ser apoyados por la municipalidad en su labor de recolección de materiales mediante la provisión de equipos adecuados, infraestructura y asistencia para la certificación, de modo que puedan competir satisfactoriamente con los recicladores comerciales. La ciudad también debería apoyar a las organizaciones de base y a los programas educativos en su labor de instruir a los residentes en prácticas eficaces de reducción de residuos.
- **Los materiales residuales** (los que serían el **30% o menos** del flujo de residuos una vez que se establezcan las medidas de "basura cero") deben ser eliminados en un vertedero sanitario, el cual actualmente se encuentra en las afueras de Temuco.



@ Jose Luis Vargas



Por: Cat Diggs. Este estudio de caso es parte del informe: "De cero basura a cero emisiones: Por qué reducir los residuos es clave para combatir el cambio climático (GAIA, 2022)." Informe, datos y métodos disponibles en www.no-burn.org/zerowaste-zero-emissions

São Paulo, Brasil

Potencial de reducción de GEI con basura cero: 105%

Estadísticas clave (2020)

- **Población: 11.869.860**
- **Generación total de residuos sólidos municipales: 3.882.430 toneladas por año.**
- **Producción de residuos per cápita: 0,9 kg/día**
- **Sistema de gestión de residuos: mínima recolección diferenciada, sin control oficial del reciclaje informal**
- **Tasa de desviación de residuos: 1% excluyendo el reciclaje informal**

Una de las mayores ciudades del mundo, São Paulo tenía una población de casi 12 millones de personas en 2020, cifra que se prevé que crezca en otro medio millón de personas para 2030. La ciudad depende casi exclusivamente de los vertederos para gestionar sus residuos, ya que el 99% de los residuos oficialmente registrados por la ciudad van a parar a ellos. Una comunidad organizada de recicladores y colectivos de recicladores recupera una gran parte de los materiales reciclables, pero este número está mal registrado por la ciudad y no se incluye en las estimaciones oficiales. Esto se refleja en las bajas tasas de recuperación que se observan en el escenario sin cambios para este análisis. Los productos orgánicos, que comprenden la mitad del flujo de residuos de la ciudad, no tienen un mercado informal de recuperación y se envían casi únicamente al vertedero junto con el resto de los residuos municipales mixtos recolectados por la ciudad.

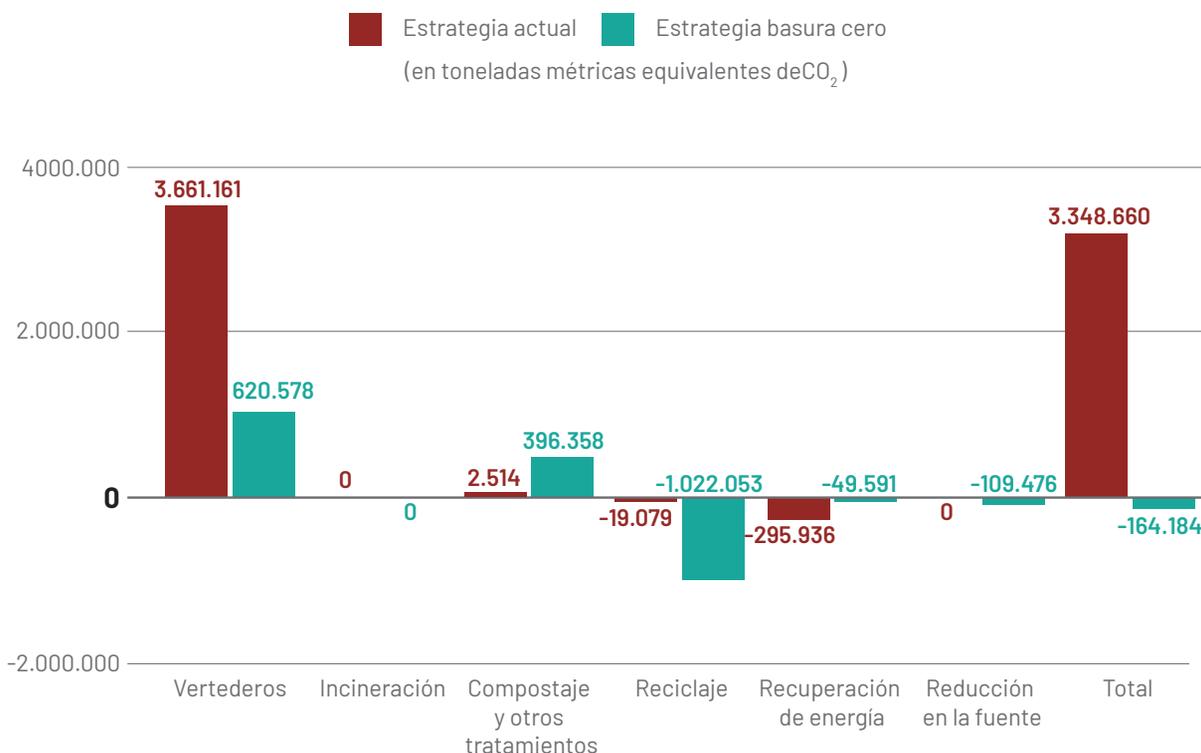
Para mejorar las tasas generales de recuperación de materiales y hacer frente a la gran cantidad de residuos orgánicos, la ciudad ha presentado un plan para aumentar considerablemente su capacidad de tratamiento mecánico-biológico (TBM) para abordar todos los residuos municipales mixtos de la ciudad. Desgraciadamente, no es factible que la ciudad aumente la capacidad de infraestructura de TMB con la suficiente rapidez como para procesar todos los resi-

duos municipales en 2030, ni tampoco es posible que el TBM por sí solo alcance los objetivos de recuperación de materiales reciclables que la ciudad ha fijado en el Plan de Acción Climática (34% del papel y el cartón, 25% de los plásticos). En su lugar, los recicladores y los defensores de la organización ciudadana Instituto Pólis han propuesto un escenario alternativo que integra la experiencia y las redes de recicladores existentes para instituir la recolección diferenciada de los materiales reciclables y orgánicos, y desviar los materiales del vertedero hacia el compostaje y el reciclaje. Esto se complementaría con la prohibición de ciertos plásticos de un solo uso, lo que reduciría enormemente la cantidad de residuos enviados al vertedero sin necesidad de realizar costosas inversiones en instalaciones de tratamiento de residuos.

@Rodrigo Canisella Fávoro

São Paulo en 2030 – Estrategia actual vs. Estrategia basura cero

El siguiente gráfico muestra una estimación de las emisiones anuales de GEI asociadas a la gestión de residuos en São Paulo para el año 2030 de acuerdo a dos escenarios: 1) escenario de continuidad, utilizando la estrategia actual, basado en datos de 2020, 2) escenario con una estrategia de basura cero, en vías a ser una ciudad sin residuos, basado en consultas a grupos locales como el Instituto Pólís. A continuación se detallan los supuestos de cada escenario.



Tratamiento	2030 con la estrategia actual	2030 con la estrategia basura cero
Vertederos	4.334.595 toneladas de residuos sólidos municipales vertidos al año.	1.939.677 toneladas de residuos sólidos municipales al año. (reducción de 55%)
Incineración	Ninguno	Ninguno
Compostaje y otros tratamientos	Ninguno	1.723.724 toneladas de residuos orgánicos compostados cada año, y 1.939.677 toneladas de residuos procesados con TBM
Reciclaje	El importante aporte a la tasa de reciclaje del sector informal escapa a la recopilación formal de datos	La expansión del papel del sector informal capta 715.980 toneladas adicionales de materiales secos reciclables al año
Recuperación de energía	El gas de vertedero se captura y se quema sin recuperación de energía	El gas de vertedero se captura y se quema sin recuperación de energía
Reducción en la Fuente	Ninguno	Se evitan 127.327 toneladas de envases de plástico gracias a la prohibición de los plásticos de un solo uso
Tasa de desviación general	1%	68%

Tasa potencial de reducción de GEI con estrategias de basura cero: 105%

Puntos destacados

1

Dado que los residuos orgánicos constituyen la mitad del flujo de residuos de São Paulo y que la recolección y el tratamiento por separado de los residuos orgánicos es casi inexistente, las emisiones de metano provenientes de los residuos orgánicos en los vertederos son la principal fuente de emisiones de GEI en São Paulo.

2

Con la estrategia de basura cero, **São Paulo lograría aumentar la tasa de desvío global del 1% al 68%, evitando las emisiones anuales de GEI de 3.512.844 toneladas de CO₂e en 2030.**

3

En contraste a la estrategia actual, este enfoque reduciría los residuos anuales en un 55%, las emisiones de metano de los vertederos en un 83% y las emisiones globales de GEI en un 105%,; el sistema de residuos se transformará en un sector netamente negativo.

4

La estrategia de basura cero incluye desviar el 80% de los residuos orgánicos de los vertederos, aumentar la tasa de reciclaje a través de la integración de los recicladores y de la recolección diferenciada, y prohibir los plásticos de un solo uso.

5

El actual plan del municipio para abordar las emisiones del sector de los residuos y alcanzar sus objetivos de recuperación únicamente a través de MBT es inviable; en su lugar, la mejora del tratamiento de los residuos orgánicos y fortalecer el reciclaje liderado por los recicladores organizados, lograría aumentar la desviación de los residuos sólidos municipales de la ciudad.

Recomendaciones

- **Integrar a los recicladores** y su experiencia sería de gran ayuda para ampliar la labor que realizan hoy los trabajadores informales, los que cubren la mayor parte del reciclaje de la ciudad, y alcanzar las tasas de recuperación de ciertos materiales reciclables que se han puesto como objetivos, sin tener que invertir en infraestructuras costosas de tratamiento de residuos.
- **Para los residuos orgánicos**, que constituyen la mitad del flujo de residuos de São Paulo pero que no tienen ningún valor comercial, debería financiarse a los recicladores y a otros agentes para su recolección y desvío hacia el compostaje, y lograr el gran ahorro de emisiones de GEI que se observa en este análisis.
- **Prohibir los plásticos de un solo uso** reduciría el volumen de materiales difíciles de reciclar en el flujo de residuos y que, de otro modo, acabaría en los vertederos, ahorrando tanto dinero como emisiones de gases de efecto invernadero.



@Lana Eszlánia/MNCR



Por: John Ribeiro-Broomhead. Este estudio de caso es parte del informe: "De cero basura a cero emisiones: Por qué reducir los residuos es clave para combatir el cambio climático (GAIA, 2022)." Informe, datos y métodos disponibles en www.no-burn.org/zerowaste-zero-emissions

eThekwini (Durban), Sudáfrica

Potencial de reducción de GEI con basura cero: 63%

Estadísticas clave (2020)

- Población: 3.947.020
- Generación total de residuos sólidos municipales: 1.368.480 toneladas al año
- Producción de residuos per cápita: 0,95 kg/día
- Sistema de gestión de residuos:
 - <90% tasa de recolección
 - Mínima recolección separada por la municipalidad
- Tasa de desviación de residuos: 10%

El municipio de eThekwini (Durban) alberga un entramado de barrios rurales, periurbanos y zonas densas de la ciudad con diversos recursos económicos. Apenas el 12% de los hogares (en su mayoría en asentamientos rurales y de viviendas informales) no disponen de un servicio oficial de recolección de residuos. Con una recolección separada oficial insignificante y un programa piloto de recolección separada en vereda para los materiales reciclables domésticos, el municipio depende enormemente de los recicladores para la recuperación de materiales. Las estimaciones conservadoras de las tasas de recuperación combinadas oficiales y no oficiales sugieren una tasa global de recuperación de materiales del 10%, y los residuos no separados se envían al vertedero. Sin embargo, las observaciones no oficiales de los expertos en la materia sugieren tasas de recuperación mucho más altas para materiales reciclables como las botellas de PET, el papel y el cartón a través del sector informal. A pesar de ello, las directrices nacionales de integración de los recicladores (2020) publicadas por el Departamento de Silvicultura, Pesca y Medio Ambiente aún no han sido implementadas por el municipio, y los trabajadores informales de los residuos siguen sin ser reconocidos ni apoyados. Según el plan de Gestión Integrada de Residuos Sólidos de 2016, el municipio se había fijado el objetivo de aumentar la cantidad de materiales reciclables recuperados en un 10% cada

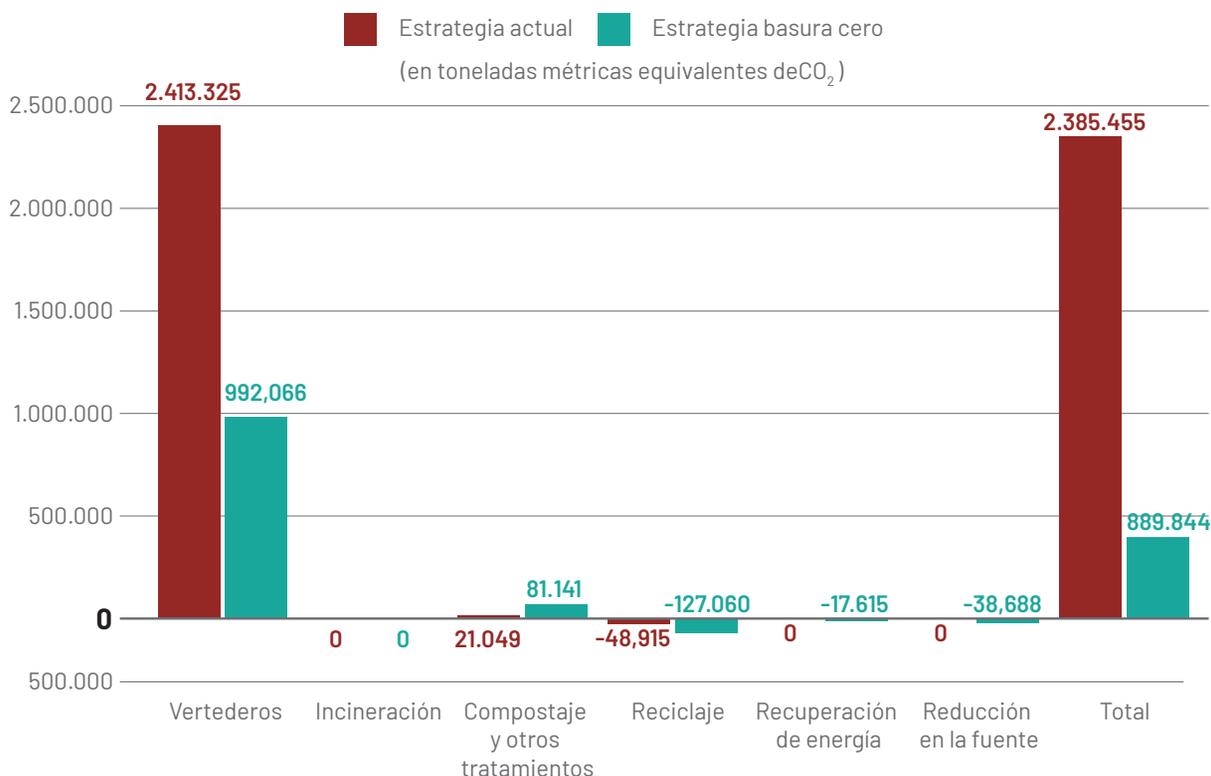
año, pero no existen programas oficiales para lograr ese objetivo.

La gestión de los residuos orgánicos representa una importante oportunidad para que el municipio reduzca la carga de sus vertederos, cada vez más caros, ya que los residuos de alimentos y de jardines representan el 43% del flujo combinado de residuos domésticos y comerciales. La integración y el apoyo a los recicladores permitirá un mejor seguimiento y ejecución de la recuperación de materiales, especialmente de aquellos más fáciles de reciclar, como el papel y el cartón. Esto, unido a la recolección separada de los residuos de alimentos y de jardín, podría reducir sus emisiones de GEI del sector de los residuos hasta en un 63% (o 1.495.611 toneladas de CO₂e) en comparación con la situación actual, lo que equivale a evitar que se quemen 750.000 toneladas de carbón. El plan de acción climática de la ciudad, publicado recientemente, para reducir en un 80% la cantidad de restos de comida de buena calidad, generaría un ahorro adicional de emisiones de GEI.

@Graeme Williams

eThekwini en 2030 – Estrategia actual vs. Estrategia basura cero

El siguiente gráfico muestra una estimación de las emisiones anuales de GEI asociadas a la gestión de residuos en eThekwini para el año 2030 de acuerdo a dos escenarios : 1) escenario con la estrategia actual, basado en datos de 2020, y 2)) escenario con una estrategia basura cero, en vías a ser una ciudad sin residuos, basado en consultas con organizaciones locales como Urban Futures Centre de la Universidad tecnológica de Durban, groundWork, y Asiye eTafuleni. A continuación se detallan los supuestos de cada escenario .



Tratamiento	2030 con la estrategia actual	2030 con la estrategia basura cero
Vertederos	1.335.017 toneladas de residuos sólidos municipales vertidos al año. Responsable de la totalidad de las emisiones de GEI.	740.848 toneladas de residuos sólidos municipales vertidos al año. Reducción del 45% de los vertidos y del 59% de las emisiones de gases de vertedero
Incineración	Ninguno	Ninguno
Compostaje y otros tratamientos	97.283 toneladas compostadas	333.041 toneladas compostadas
Reciclaje	79.555 toneladas oficialmente; el sector informal maneja mucho más	268.142 toneladas mediante el fortalecimiento del sector informal. Se consigue un ahorro de GEI 2,6 veces mayor
Recuperación de energía	Ninguno	199.824 toneladas digeridas anaeróbicamente, produciendo 17.615 toneladas de CO ₂ e en ahorro de emisiones por generación de energía
Reducción en la Fuente	Ninguno	evitan 44.997 toneladas de plástico y 38.688 toneladas de CO ₂ e de emisiones de GEI
Tasa de desviación general	11%	47%

Tasa potencial de reducción de GEI con estrategia de basura cero: 63%

Puntos destacados

1

El alto contenido orgánico del flujo de residuos de eThekweni hace que la recolección diferenciada y el compostaje/la digestión anaeróbica sean cruciales para reducir las emisiones de residuos de la ciudad, sobre todo de los vertederos. El objetivo de reducción de los residuos alimentarios en el Plan de Acción Climática de la ciudad es un paso en la dirección correcta, pero se puede hacer mucho más para evitar los residuos orgánicos..

2

En el escenario de basura cero, **eThekweni aumentaría su tasa general de desvío desde un 11% a un 47%, cortando las emisiones anuales de GEI previniendo 1.495.611 de CO₂e en 2030.**

3

Este enfoque reduciría los residuos anuales en un 46%, las emisiones de metano de los vertederos en un 59% y las emisiones globales de GEI en un 63%, en contraste con el escenario de 2030 sin cambios.

4

La estrategia de basura cero implica desviar el 80% de los productos orgánicos del vertedero a la digestión anaeróbica (37,5%) y al compostaje (62,5%), aumentar las tasas de reciclaje de papel y cartón hasta el 80%, duplicar la cantidad de vidrio y metales recuperados e introducir la prohibición del plástico de un solo uso.

5

Los recicladores informales desempeñan un papel fundamental en el reciclaje en Durban, y la ciudad aún no ha reconocido ni apoyado su labor. Las asociaciones de recicladores y las ONG de justicia medioambiental siguen abogando por que el municipio se convierta en un aliado y socio en el camino hacia lograr una ciudad sin residuos.

Recomendaciones

- **Los residuos orgánicos**, que constituyen el 43% del flujo de residuos y son responsables de una gran proporción de las emisiones de GEI registradas en el municipio, deben ser recogidos de forma diferenciada y desviados del vertedero para su compostaje y/o digestión anaeróbica, ya sea en lugares a escala comunitaria, como en jardines, o en instalaciones más grandes, según las necesidades y los recursos de la comunidad local. Cumplir el objetivo establecido en el Plan de Acción Climática del municipio de reducir en un 80% los restos de comida de buena calidad en el flujo de residuos es también crítico para controlar las emisiones relacionadas con los residuos.
- **Los materiales reciclables** deberían gestionarse a través de la integración mejorada del sistema de reciclaje informal existente, que ya recupera importantes cantidades de papel, cartón y plástico que nunca llegan al flujo de residuos y que no son registrados por los datos actuales. El municipio debería aprovechar la experiencia de los recicladores para gestionar las estrategias de recuperación de materiales más adecuadas para cada barrio, incluyendo los centros de recompra, la recolección puerta a puerta y las instalaciones de recuperación de materiales..
- **Los plásticos de un solo uso** deben ser prohibidos a fin de reducir el volumen de materiales difícil de reciclar, cuyo única solución actual es ser depositados en vertederos.



@Urban Futures Centre



Por: John Ribeiro-Broomhead. Este estudio de caso es parte del informe: "De cero basura a cero emisiones: Por qué reducir los residuos es clave para combatir el cambio climático (GAIA, 2022)." Informe, datos y métodos disponibles en www.no-burn.org/zerowaste-zero-emissions

Seúl, Corea del Sur

Potencial de reducción de GEI con basura cero: 885%

Estadísticas clave (2019)

- Población: 9.639.541
- Generación total de residuos sólidos municipales: 3.594.301 toneladas por año.
- Producción per cápita de residuos: : 1,02 kg/día
- Recolección de residuos: 66% de recolección diferenciada
- Tasa de desviación de residuos: 59%

La ciudad de Seúl, con cerca de 10 millones de habitantes, es el centro cultural, económico, empresarial y político de Corea del Sur, y un epicentro de generación masiva de residuos y emisiones de carbono, situándose como el decimotercer mayor emisor de GEI del mundo entre las ciudades. La ciudad de Seúl, con cerca de 10 millones de habitantes, es el centro cultural, económico, empresarial y político de Corea del Sur, y un epicentro de generación masiva de residuos y emisiones de carbono, situándose como el decimotercer mayor emisor de GEI del mundo entre las ciudades. Desde la década de 1970, la ciudad ha experimentado una rápida industrialización y expansión en todas las direcciones, incluyendo la producción y el consumo masivos y un estilo de vida de "usar y tirar", lo que ha aumentado la cantidad de residuos generados.

Sin embargo, según nuestro análisis de las emisiones de GEI, el sistema de residuos de Seúl ya lo hace un productor neto negativo de GEI gracias a un sólido sistema de recolección y reciclaje por separado. La implementación en todo el país del sistema de eliminación por volumen ha sido la clave para recuperar más del 95% de los residuos alimentarios, el 88% de los metales y el 79% del vidrio. Sólo el papel y el cartón (55%) y la madera (56%) tienen tasas de reciclaje relativamente bajas.

Dado que la materia orgánica que se deposita en vertederos es escasa, el metano procedente de los residuos alimentarios no es una preocupación importante; la mayor parte de las emisiones de GEI

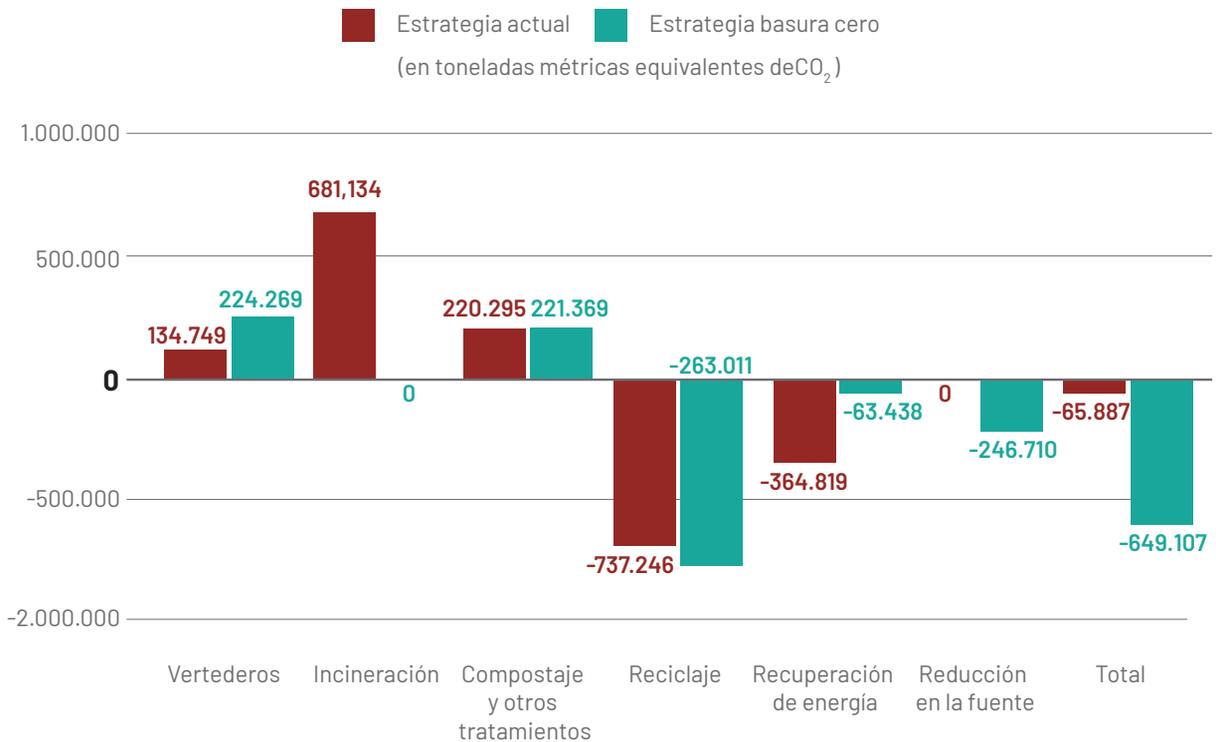
de Seúl proceden de sus incineradoras. Hoy, Seúl tiene cuatro incineradoras que procesan un máximo de 2.850 toneladas de residuos al día, emitiendo 681.134 toneladas de CO₂e. Con la entrada en vigor de la prohibición de los vertederos en 2026, el gobierno pretende construir 11 incineradoras más en el área metropolitana de Seúl, similar al plan de construcción de incineradoras que tenía la ciudad en 1991. Debido a la fuerte oposición que se espera de las comunidades cercanas, sólo se construyeron cuatro incineradoras en la década de 1990, que acabaron abasteciéndose de residuos de otros distritos tras tener que luchar con una baja tasa de procesamiento.

Se prevé una población de 9,16 millones de habitantes en Seúl en 2030 y una generación de residuos per cápita de 1,11 kg/día. Al ser muy improbable encontrar un lugar para vertederos o incineradoras en esta ciudad tan densamente poblada, Seúl solo tiene una solución viable: la eliminación de residuos basada en la reducción en origen. La ciudad ya ha elaborado una hoja de ruta hacia un futuro sin plásticos para 2022 (en 2018), así como un objetivo de neutralidad de carbono para 2050 (en 2020), con elementos políticos clave como la reducción en origen de los residuos, la prohibición del plástico de un solo uso y la ampliación de la infraestructura de reutilización. Si estos esfuerzos se suman a la eliminación de la incineración, la ciudad puede llegar a ahorrar más del 885% de las emisiones anuales de GEI (o 538.220 toneladas de CO₂) para 2030, lo que equivale a las emisiones anuales de 1,4 centrales eléctricas de gas natural.

@YooHwa Jeong

Seúl en 2030 – Estrategia actual vs. Estrategia basura cero

El siguiente gráfico muestra una estimación de las emisiones anuales de GEI asociadas a la gestión de residuos en Seúl para el año 2030 de acuerdo a dos escenarios: 1) escenario con la estrategia actual, basado en datos de 2019, 2) escenario con una estrategia basura cero, en vías a ser una ciudad sin residuos. A continuación se detallan los supuestos de cada escenario.



Tratamiento	2030 con la estrategia actual	2030 con la estrategia basura cero
Vertederos	378.173 toneladas de residuos sólidos municipales vertidos al año. Si bien es bajo, genera el 13% de las emisiones de GEI.	1.057.795 toneladas de residuos sólidos municipales vertidos al año. Más depósitos, pero las emisiones de GEI de los vertederos sólo aumentan en 89.520 toneladas de CO ₂ e.
Incineración	867.060 toneladas al año. Igual al 66% de las emisiones de GEI de Seúl procedentes de los residuos.	Al no haber incineración se elimina la mayor fuente de emisiones de GEI: 681.134 toneladas.
Compostaje y otros tratamientos	El 96% de los productos orgánicos se compostan o se dan a los animales.	El 96% de los productos orgánicos se compostan o se dan a los animales.
Reciclaje	La alta tasa de reciclaje hace que Seúl tenga una huella de carbono casi negativa.	Aumentar el reciclaje de papel y cartón reduce más emisiones.
Recuperación de energía	La energía generada por la incineración tiene el doble de emisiones de GEI que la energía de sustitución procedente de la red. La energía de los gases de los vertederos es mínima debido a la escasa cantidad de residuos orgánicos que reciben.	Mínima recuperación de energía a través del gas de vertedero.
Reducción en la Fuente	Ninguno	La prohibición de los plásticos de un solo uso reduce la generación de residuos plásticos en 188.871 toneladas.
Tasa de desviación general	59%	64%

GHG reduction potential in Road-to-ZW scenario: 885%

Puntos destacados

1

El sistema de residuos de Seúl ya es netamente negativo, con una tasa de recolección del 100% y una tasa de desviación de residuos orgánicos del 96%. Con poca materia orgánica destinada a los vertederos, el metano de los residuos alimentarios no es una preocupación importante; la mayoría de las emisiones de GEI de Seúl provienen de sus incineradoras.

2

En el escenario de basura cero, **Seúl lograría aumentar la tasa de desvío global del 59% al 64%, evitando las emisiones anuales de GEI en 583.220 toneladas de CO₂e para 2030.**

3

Este enfoque reduciría los residuos anuales en un 15%, las emisiones de metano de los vertederos en un 66% y las emisiones globales de GEI en un 885%, en comparación con el escenario de 2030 sin cambios.

4

El escenario con la estrategia de basura cero incluye retirar progresivamente la incineración, ampliar las prohibiciones de las bolsas de plástico, los plásticos de espuma y otros envases de plástico, y aumentar la tasa de reciclaje (80%) del papel, el cartón y la madera; el resto de las tasas de reciclaje se mantienen constantes.

5

La sociedad civil, incluida la Red del Movimiento de Basura Cero de Corea, ha cumplido un papel vital en la lucha contra el cambio climático con soluciones de basura cero, liderando un gran número de iniciativas como las prohibiciones de plásticos de un solo uso, la construcción de una cultura de reutilización y rellenado, la organización de ciudades sin residuos y la divulgación y educación de la comunidad sobre la prevención de residuos, la producción y el consumo sustentables, y el cambio climático.

Recomendaciones

- **Eliminar la incineración de residuos:** eliminar la incineración de residuos: El último plan del gobierno local de construir más incineradoras para 2026 contradice el objetivo de neutralidad de carbono del país para 2050. Sólo cerrar las cuatro incineradoras existentes permitiría evitar 681.134 toneladas anuales de emisiones de CO₂e en 2030. La municipalidad tiene que anular este plan y cerrar gradualmente las incineradoras a medida que vayan llegando al final de su vida útil.
- **Prohibir los plásticos de un solo uso:** continuar y ampliar las prohibiciones de artículos de un solo uso como bolsas, vasos, botellas, envases para llevar, cubiertos, etc.
- **Establecer una gobernanza público privada** para un mayor apoyo público en las políticas de basura cero, y apoyar institucionalmente el papel de las tiendas de chatarra en la recolección de hasta el 80% de los materiales desechados, modificando la Ley Nacional de Planificación y Utilización del Suelo.



@Korea Zero Waste Movement Network



Por: Doun Moon. Este estudio de caso es parte del informe: "De cero basura a cero emisiones: Por qué reducir los residuos es clave para combatir el cambio climático (GAIA, 2022)." Informe, datos y métodos disponibles en www.no-burn.org/zerowaste-zero-emissions

Bandung, Indonesia

Potencial de reducción de GEI con basura cero: 50%

Estadísticas clave (2020)

- Población: 2.500.965
- Generación total de residuos sólidos municipales al año: 638.997
- Producción de residuos per cápita: 0,70kg/día
- Tasa de reciclaje: 6,64%

Bandung es la capital de la provincia de Java Occidental, con una población de 2,5 millones de habitantes que se espera que alcance los 2,6 millones en 2030. Durante el día, Bandung recibe otros 1,2 millones de personas procedentes de las regencias y ciudades de los alrededores. Según la estimación de YPBB Bandung, la tasa de generación de residuos en 2020 alcanzó los 0,70 kg/habitante/día y se prevé que llegue a los 0,78 kg/habitante/día en 2030. Casi la mitad del flujo de residuos es orgánica (44,51%) y el plástico ocupa el segundo lugar (17%). En la actualidad, el reciclaje en Bandung es escaso: sólo se recoge un 6% de los residuos para su reciclaje, principalmente papel y cartón (29.021,6 toneladas/año), seguido del plástico (9.270,5 toneladas/año) y luego los residuos orgánicos (4.111,1 toneladas/año). No hay datos oficiales que registren la cantidad de residuos que los sectores informales recolectan para su reciclaje. El resto se envía al vertedero sin recogida de gases.

Junto con los residuos generados por las regencias/ciudades vecinas, Bandung elimina sus residuos en el vertedero de Sarimukti. Históricamente, este vertedero comenzó a funcionar después de que el vertedero de Leuwigajah (el anterior vertedero regional) se derrumbara en 2005, causando la muerte de cientos de gente y provocó que Bandung se llenara de residuos. Tras 15 años de funcionamiento, el vertedero de Sarimukti y provocó que Bandung se llenara de residuos. Tras 15 años de funcionamiento, el vertedero de Sarimukti llegó a su capacidad máxima y en varias ocasiones ha provocado que el proceso de acarreo de residuos a este vertedero se haya visto perturbado. Dada la situación, el gobierno planea trasladar el ver-

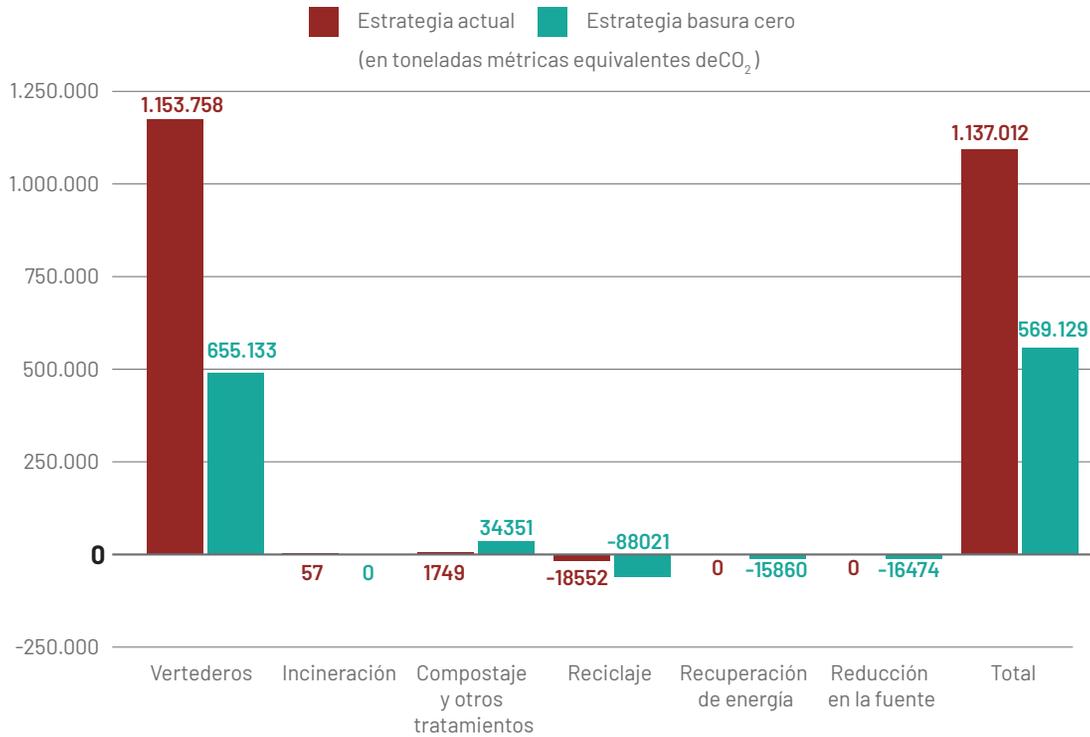
tedero regional a una nueva ubicación en Legok Nangka e instalar tecnología de incineración de residuos. Sin embargo, debido a la elevada tasa de vertido que agobia a la ciudad, el gobierno de Bandung se ha dado cuenta de que la mejor manera es reducir los residuos transportados al vertedero con diversos enfoques a través de un programa existente de Zero Waste Cities (en idioma local: Kang Pisman).

Desde sus inicios en 2017, Zero Waste Cities ha llegado a casi 12.000 hogares y 60.000 personas de Bandung, y ha sido adoptado como programa Kang Pisman por el gobierno local. El compost que se produce a partir del procesamiento de residuos orgánicos en la zona también ha fomentado el desarrollo de la agricultura urbana y los huertos comunitarios

@Rahadiansyah

Bandung en 2030 – Estrategia actual vs. Estrategia basura cero

El siguiente gráfico muestra una estimación de las emisiones anuales de GEI en Detroit para el año 2030 de acuerdo a dos escenarios: 1) El escenario con la estrategia actual, y 2) escenario con una estrategia basura cero, en vía a ser una ciudad sin residuos basado en consultas con organizaciones locales como Yaksa Pelestari Bumi Berkelanjutan (YPBB). A continuación se detallan los supuestos de cada escenario.



Tratamiento	2030 con la estrategia actual	2030 con la estrategia basura cero
Vertederos	692.774 toneladas de residuos sólidos municipales vertidos	Sólo los textiles, el caucho y el cuero, los pañales y los productos higiénicos y otros residuos se depositan en vertederos (403.271 toneladas/año, el 42% en residuos sólidos urbanos depositados)
Incineración	Mínimo (quema al aire libre y algunas incineradoras a pequeña escala)	Sin quema de residuos en las instalaciones de incineración de residuos a energía ni en los hornos de cemento
Compostaje y otros tratamientos	Acceso limitado al compostaje	105.721 toneladas (18,04% del total de residuos) compostadas, tanto de alimentos como de jardín
Reciclaje	Reciclaje mínimo a través de iniciativas de bancos de residuos y actividades del sector informal	Desvío del 16% de los residuos totales mediante el reciclaje (papel y cartón, vidrio y metal)
Recuperación de energía	La mezcla de residuos y desechos se convierte en combustible derivado de residuos (CDR) y se envía a los hornos de cemento. Biodigestión mínima	El 54% de los residuos alimentarios (93.377 toneladas) se trata con un digestor anaeróbico
Reducción en la Fuente	Programa limitado de reducción en origen, única prohibición de las bolsas de plástico de un solo uso en el comercio minorista	Reducir el 30% del total de los residuos en origen (el 44% mediante la prevención de los residuos de alimentos y el 100% del plástico prohibiendo los plásticos de solo uso, fomentando la reutilización/reposición)
Tasa de desviación general	7%	42%

Tasa potencial de reducción de GEI con estrategia basura cero: 50%

Puntos destacados

1

La principal fuente de emisiones de GEI en Bandung son las emisiones de metano procedentes de los residuos orgánicos vertederos.

2

Si la situación actual continúa, **las emisiones anuales de los vertederos de Bandung ascenderán a 1.153.758 toneladas de CO₂e en 2030.**

3

Con la estrategia de basura cero, Bandung lograría aumentar su tasa de desvío global del 7% al 42%, evitando las emisiones anuales de GEI en 498.625 toneladas de CO₂e en 2030. Esto equivale a más del 5% del objetivo incondicional de la NDC de Indonesia.

4

Basura cero implica desviar el 81% de los residuos del vertedero y la incineración para 2030. Más de la mitad de ese porcentaje procede de la prevención de residuos alimentarios y del programa de tratamiento de residuos orgánicos (49%). Un programa severo de prohibición de los plásticos de un solo uso, junto con un programa de reutilización/reposición, contribuiría en un porcentaje de desvío del 17%. El resto procede del reciclaje de vidrio, metal, papel y cartón.

5

Este enfoque reduciría los residuos anuales en un 42%, las emisiones de metano de los vertederos en un 43% y las emisiones globales de GEI en un 50%, en contraste con el escenario actual.

Recomendaciones

Tanto el gobierno local como el central deberían garantizar la **recolección diferenciada del 100% de los residuos, maximizar su tratamiento y priorizar la prevención**, centrándose en la **prevención del desperdicio de comida, la prohibición del plástico de un solo uso y los sistemas de reutilización**. Tanto el gobierno local como el central deberían garantizar la recolección diferenciada del 100% de los residuos, maximizar su tratamiento y priorizar la prevención de la pérdida de alimentos, la prohibición del plástico de un solo uso y los sistemas de reutilización. En cuanto al tratamiento de los residuos, el 100% de los orgánicos deberían tratarse mediante el compostaje descentralizado y la digestión anaeróbica. Por último, la recolección diferenciada de residuos maximizará el reciclaje de papel y cartón, vidrio y metal.

Lo anterior puede realizarse a través de reformas políticas por el gobierno central, en un corto plazo, de existir la voluntad política:

- **Crear la capacidad institucional suficiente mediante la inclusión del sector medioambiental como parte de los servicios básicos del gobierno.** Esto permitirá que los gobiernos locales dispongan de un presupuesto suficiente y ejecuten programas de prevención y reducción de residuos de baja tecnología y gran intensidad de mano de obra.
- **Reforzar la capacidad del gobierno local a través de la distribución de funciones y responsabilidades.** Reforzar la capacidad del gobierno local a través de la distribución de funciones y responsabilidades. En la actualidad, el cometido de la financiación y el funcionamiento del servicio de gestión de residuos recae exclusivamente en el gobierno local, concretamente en las Agencias de Medio Ambiente. Una vez que estas funciones se repartan entre las instituciones en los distintos niveles, disminuirá la responsabilidad del gobierno local en la gestión de los residuos
- **Permitir a los gobiernos locales expandir el alcance de la ley, para que la prohibición del plástico de un solo uso se haga rápidamente, como parte de la consecución de un objetivo nacional**
- **Detener los proyectos de tratamiento térmico de residuos en curso y planificados (es decir, la incineración de residuos para obtener energía, quema en hornos de cemento, centrales eléctricas de carbón, etc).** Este tipo de proyecto encierra a las ciudades en una infraestructura de residuos intensiva en carbono, debilitar la prevención de residuos y la recolección diferenciada, malgastando los limitados fondos públicos en activos abandonados



@YPBB



Por: Yobel Novian Putra. ThPor: John Ribeiro-Broomhead. Este estudio de caso es parte del informe: "De cero basura a cero emisiones: Por qué reducir los residuos es clave para combatir el cambio climático (GAIA, 2022)." Informe, datos y métodos disponibles en www.no-burn.org/zero-waste-zero-emissions

Detroit, EE. UU.

Potencial de reducción de GEI con basura cero: 102%

Estadísticas clave (2017)

- **Población en 2021: 632.464**
- **Generación total de residuos sólidos municipales 493.188 toneladas al año (esto es, residuos residenciales y comerciales, vertidos ilegales y residuos voluminosos)**
- **Tasa de desviación declarada por la ciudad: 4.15%**
- **Tasa de participación en el reciclaje en la calle (2022): 38%**

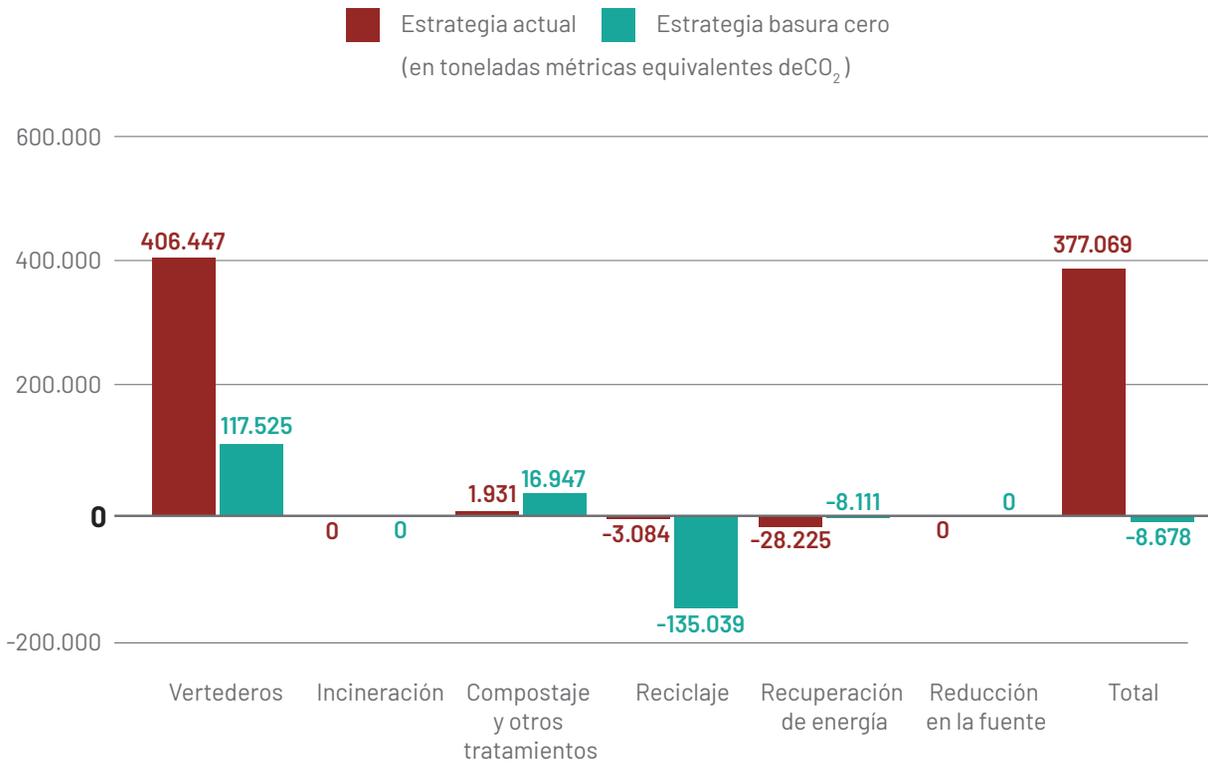
La que alguna vez fue la ciudad más rica de Estados Unidos en términos de renta per cápita, Detroit hoy se ve afectado por un declive socioeconómico que ha durado décadas. Hoy sigue siendo la segunda gran ciudad más pobre del país además de la más segregada. Aunque está resurgiendo económicamente de forma gradual, la ciudad ha estado luchando contra la desindustrialización, la desinversión y el descenso de la población. Hasta hace poco, Detroit albergaba una de las mayores incineradoras de residuos municipales de EE.UU., la que quemaba no sólo los residuos de la ciudad, sino los de los suburbios circundantes e incluso de Canadá, a costa de importantes pérdidas económicas y con graves consecuencias para la salud de los residentes. La excesiva capacidad de la incineradora desalentó la inversión en propuestas alternativas de gestión de residuos, lo que se tradujo en tasas muy bajas de reciclaje, de compostaje y de otras formas de desviación de residuos. Después de décadas de trabajo y de campañas de defensa, como lo fue la exitosa Breathe Free Detroit, liderada por la coalición Zero Waste Detroit (ZWD) en colaboración con algunos de sus miembros más importantes, el Consejo Medioambiental de East Michigan, el Centro de Leyes Medioambientales Great Lakes, y el Ecology Center, los residentes lograron cerrar la incineradora en 2019, y hoy trabajan para transformar su sistema de gestión de residuos actual en uno sustentable. Enfrentados a una injusticia

sistémica, los habitantes de Detroit han llegado a estar a la vanguardia del activismo comunitario y de iniciativas de organización, así como de la creación artística y cultural, para hacer de su ciudad un lugar más sustentable, equitativo y justo para vivir.

Detroit fue la última gran área metropolitana de EE.UU. en implementar un programa de reciclaje en la calle en toda la ciudad en 2014, lo que explicaría la actual baja tasa de desviación de residuos de un 4%, muy por debajo del promedio estatal de 19,3%. Sin embargo, la tasa oficial de desvío no refleja la labor realizada por las organizaciones comunitarias de Detroit, las granjas urbanas, los programas de rescate y de donación de alimentos, una universidad y por las empresas locales de reciclaje, reutilización y compostaje. En 2021, lograron desviar al menos 2.336 toneladas métricas de material, no contabilizadas en las 19.955 toneladas métricas de materiales que la ciudad declaró como desviadas ese mismo año. Dicho esto, una parte importante de las iniciativas de desvío de residuos y de basura cero de Detroit de los últimos 10+ años han sido dirigidas y/o iniciadas por las redes de base de la ciudad. Entre sus iniciativas están: implementar un centro de reciclaje comunitario financiado por la ciudad; aumentar la tasa de participación en el programa de reciclaje de un solo flujo en las calles de la ciudad a través de campañas de educación y divulgación comunitaria; gestionar programas de rescate de alimentos; construir redes de compostaje descentralizadas en toda la ciudad; dirigir sólidas redes informales de intercambio, reutilización, donación y reparación; y formar comités para asesorar al municipio de Detroit sobre principios y políticas de sustentabilidad. Actualmente, se está realizando un trabajo conjunto entre los activistas de base y la ciudad para instalar una planta de recuperación de materiales (MRF), y para desarrollar un programa piloto municipal de reciclaje en la calle y un sistema de compostaje en toda la ciudad, entre otros proyectos.

Detroit en 2030 – Estrategia actual vs. Estrategia basura cero

El siguiente gráfico muestra una estimación de las emisiones anuales de GEI en Detroit para el año 2030 de acuerdo a dos escenarios: 1) El escenario con la estrategia actual, basado en datos de 2021 recogidos por el Departamento de Obras Públicas (DPW) de Detroit, Resource Recycling Systems (RRS) y NextCycle Michigan, y 2) escenario con una estrategia basura cero, en vía a ser una ciudad sin residuos, basado en consultas con el DPW, RRS y más de 22 socios comunitarios, tales como empresas locales de reciclaje y compostaje, organizaciones de base, granjas urbanas, empresas y responsables políticos. A continuación se detallan los supuestos de cada escenario.



Tratamiento	2030 con la estrategia actual	2030 con la estrategia basura cero
Vertederos	437.466 toneladas de residuos sólidos municipales vertidos. La fuente de prácticamente todas las emisiones	164.852 toneladas de residuos sólidos municipales vertidos, lo que supone una reducción del 62% de los residuos vertidos y del 71% de las emisiones de gases de vertedero
Incineración	Ninguno	Ninguno
Compostaje y otros tratamientos	10.397 toneladas	80.338 toneladas
Reciclaje	5.731 toneladas gracias a las entregas voluntarias y al reciclaje en la calle	208.405 toneladas al ampliar el programa de reciclaje en la calle del municipio. La reducción de emisiones que supone el reciclaje por sí solo es mayor que las emisiones derivadas del vertido
Recuperación de energía	-28.225 toneladas de CO ₂ e de gas de vertederos a energía	-8.111 toneladas de CO ₂ e de gas de vertederos a energía
Reducción en la Fuente	Ninguno	Ninguno
Tasa de desviación general	4%	59%

Tasa potencial de reducción de GEI con estrategia basura cero: 105%

Puntos destacados

1

La principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero en Detroit son las emisiones de metano procedentes de los residuos orgánicos en vertederos, que ascenderán a 406.447 toneladas métricas de CO₂e para el año 2030 de continuar con la estrategia actual.

2

En el escenario sin residuos, **Detroit lograría un aumento de la tasa de desvío global del 4% al 59%, evitando las emisiones anuales de GEI en 385.747 toneladas de CO₂e en 2030. Esto equivale a las emisiones del uso de energía de 48.590 hogares durante un año.**

3

Este enfoque reduciría los residuos anuales en un 62%, las emisiones de metano de los vertederos en un 71% y las emisiones generales de GEI en un 102%, en comparación al escenario con la estrategia actual, lo que haría que el sector de los residuos de Detroit pasara de ser uno de los principales emisores de GEI (377.069 toneladas métricas de CO₂ en 2030) a un sector netamente negativo (-8.678 toneladas de CO₂ e para el 2030).

4

El escenario sin residuos considera el desvío del 80% de los orgánicos, vidrio, metales, madera, papel y cartón, y el 15% de desvío de plásticos y textiles, mientras que los residuos electrónicos y el resto del reciclaje permanecen relativamente iguales (desvío global del 59%).

5

Se debe abordar la desigualdad e injusticia generacional, para que un Detroit sin residuos, resistente al clima y equitativo sea posible. Es primordial apoyar el intenso trabajo que están realizando las comunidades de base Detroit, para fortalecer las soluciones de basura cero y sostenibilidad..

Recomendaciones

- **Aumentar el liderazgo y el compromiso de la ciudad para promover estrategias de basura cero.** Se debe mejorar el seguimiento de los datos de los flujos de residuos sólidos urbanos, realizar un análisis de la relación costo-beneficio que significaría aumentar los servicios de desvío de residuos, promocionar estos servicios de forma masiva a través de diferentes medios (autobuses, señalización, anuncios), invertir tanto en las infraestructuras de desvío de residuos existentes como en las nuevas que se necesitan, y capacitar al personal en materia de sustentabilidad.
- **Superar los obstáculos actuales de las políticas locales y estatales a través de:** 1) Modificar la ley de Eliminación de Residuos Sólidos de Michigan en la Parte 115, un paquete de 8 proyectos de ley que proponen la transición de Michigan a un modelo de gestión de materiales sustentable; 2) Cambiar la ordenanza municipal del vertido ilegal de residuos sólidos por una de gestión sustentable de materiales; 3) Aumentar las tasas sobre el vertido de residuos en vertederos para incentivar la reducción, el compostaje y el reciclaje; 4) Eliminar los bonos por energía renovable que da el estado; 5) Implementar una ley de Responsabilidad Ampliada del Productor justa en Michigan; 6) Derogar la prohibición (conocida como ley Preemption) de las bolsas de plástico de un solo uso para que se puedan regular su uso; 7) Desarrollar oportunidades de formación de mano de obra dirigidas por el sindicato del sector.
- **Aumentar la concienciación pública a través de actividades de educación y divulgación** entre jóvenes de escuelas públicas, residentes y empresas (prevención de la basura en toda la ciudad, desvío y reducción de residuos, campañas de ciencia ciudadana y formación)
- **Aumentar la tasa de desviación para reciclaje disponiendo servicios de reciclaje** de fácil acceso para 2030; reducir la contaminación mediante más educación cívica y mejoras en el sistema de reciclaje de vidrios; aumentar la capacidad de la MRF de Detroit y de los centros de entrega.
- **Implementar una red integrada de los sistemas de compostaje de la ciudad en todo nivel (hogar, comunidad, industria)** con la ampliación de la infraestructura de gestión de productos orgánicos de la ciudad; el apoyo a los agricultores urbanos en sus labores de recolección; el incremento de las actividades de divulgación y educación

pública; la creación de proyectos de gestión de productos orgánicos in situ para entidades de gran tamaño; y la recirculación del compost elaborado por la municipalidad en el interior de la ciudad.

- **Detener el desperdicio de alimentos** mediante una estructura centralizada de donación de alimentos como en Milán; continuar educando a la población y empresas sobre la importancia reducir el desperdicio de comida; implementar una prohibición.
- **Localizar las cadenas de suministro y construir una economía circular** con un comercio de materiales educativos sin fines de lucro, centros de arreglo y reutilización, un programa de envases reutilizables para los restaurantes, la priorización de mano de obra, materiales y mercados locales, así como los alimentos producidos localmente, y los bienes de segunda mano.
- **Usar los fondos paralelos del programa estatal NextCycle Michigan**, que puede ayudar financieramente a lograr varios de estos objetivos. Detroit ya solicitó financiación a NextCycle y cuenta con importantes planes e ideas basados en estas recomendaciones.



@Garrett MacLean



Por: Cat Diggs. Este estudio de caso es parte del informe: "De cero basura a cero emisiones: Por qué reducir los residuos es clave para combatir el cambio climático (GAIA, 2022)." Informe, datos y métodos disponibles en www.no-burn.org/zerowaste-zero-emissions.

5.3. Lecciones aprendidas

Del análisis de GEI de ocho ciudades se desprenden varios puntos en común. En primer lugar, las políticas y los programas de basura cero, incluso si no se implementan por completo, confieren importantes beneficios de mitigación en todas partes. El porcentaje de reducción de emisiones oscila entre el 50% y el 105% respecto a un escenario de continuidad. Como ya se ha dicho, estas importantes reducciones se lograron gracias a cambios relativamente modestos en el sistema. Una implementación total del modelo de basura cero supondría una reducción aún mayor de las emisiones.

La clave para una reducción relevante de emisiones es la recolección y el tratamiento de los residuos orgánicos por separado. En todas las ciudades, excepto en Seúl, que ya selecciona el 96% de sus residuos orgánicos, el metano de los vertederos es la principal fuente de emisiones de GEI de este sector. La recolección selectiva y el tratamiento de los residuos orgánicos, generalmente mediante el compostaje, reducen estas emisiones entre un 43% y un 93%, incluso con una implementación incompleta. Este enfoque es el único método eficaz para reducir por completo las emisiones.

La quema de residuos, ya sea con o sin recuperación de energía, produce enormes emisiones de GEI. En Dar Es Salaam, la única ciudad de este estudio con una quema abierta de gran envergadura, poner fin a esta práctica reduciría las emisiones de GEI en casi la mitad de lo que sería terminar con las emisiones de metano de los vertederos (además de los importantes beneficios para la salud pública que traería). En Seúl, los escenarios de continuidad que todavía se apoyan en la incineración, no han conseguido reducir emisiones porque la incineración de por sí, es una gran fuente de emisiones de GEI.

Mientras que los productos orgánicos son esenciales para la reducción de emisiones, el reciclaje crea la posibilidad de un sector de residuos netamente negativo. El aumento del reciclaje reduce las emisiones entre un 3% y un 35%. En Sao Paulo y Detroit, esto es suficiente para que el sector de los residuos sea netamente negativo, es decir, que se reduzcan más emisiones de las que producen. El reciclaje reduce las emisiones provenientes de los sectores industrial, agrícola, forestal y energético, así como las emisiones derivadas de la gestión de residuos. La separación en origen puede reforzar las tasas de reciclaje al reducir la contaminación cruzada (por ejemplo, si los desechos de comida se mezclan con el papel, éste pierde su valor). Actualmente, las tasas de reciclaje actuales son inferiores a las técnicamente posibles

debido a la falta de incentivos financieros para reciclar. Este problema económico afecta tanto a los programas de reciclaje municipales como a los trabajadores informales, quienes son la columna vertebral del reciclaje en muchos países. Fortalecer e incorporar el sector informal podría aumentar enormemente las tasas de reciclaje. Aunque no se contabilizó en este análisis, el aumento de los niveles de uso del plástico es una amenaza para el reciclaje: la mayoría del plástico no es reciclable y tiende a desplazar a otros materiales más reciclables.

La generación de energía a partir de los residuos no es una medida de mitigación eficaz. Las ciudades que recurren a la captura de gases de vertedero (Detroit, São Paulo y Temuco) y a la incineración (Seúl) obtienen un ahorro de GEI relativamente pequeño al desplazar las fuentes de energía fósiles, al tiempo que permiten que grandes cantidades de metano (de los vertederos) y de CO₂ fósil (de las incineradoras) escapen a la atmósfera. La recogida de gas de los vertederos tiene mínimas tasas de captura y muchas averías. A medida que la red eléctrica se descarboniza, los beneficios de la energía derivada de los residuos seguirán disminuyendo.

Seúl es un caso único pero instructivo: es la única ciudad de nuestro estudio que actualmente tiene un sector de residuos neto negativo, gracias a su exitoso programa de desvío de residuos orgánicos y a su elevada tasa de reciclaje. Sin embargo, su programa se ve empañado por su dependencia de la incineración, la cual produce el doble de GEI que las fuentes de energía de sustitución. Terminar con la incineración y mejorar el reciclaje en Seúl aumentaría su ahorro de GEI enormemente. La sustitución de las incineradoras existentes por energía renovable mejoraría aún más estas reducciones. Seúl también es la ciudad que más se beneficia de la reducción en origen de los plásticos, tanto por su elevada tasa de uso actual de plásticos como porque su programa de reducción de plásticos es más ambicioso que el de otras ciudades.

Otro tema común es la infrautilización de las estrategias de reducción en origen. Las reducciones en origen, sobre todo de alimentos y plásticos, pueden desencadenar importantes reducciones de emisiones de GEI en toda la cadena de suministro, incluyendo el sector de los residuos. Estos programas, como aquellos que prohíben las bolsas de plástico y los envases de plástico para llevar, están, en su mayoría, en su fase inicial y deberían ampliarse radicalmente.

6.

Conclusiones y recomendaciones

Debido a la posibilidad que ofrece la gestión de residuos de reducir drásticamente las emisiones de metano a corto plazo, e incluso de funcionar como un sector "netamente negativo", este sector puede y debe desempeñar un papel decisivo en la acción climática. Los sistemas de basura cero aportan mitigación, adaptación y beneficios adicionales mediante la reducción en origen tanto de los residuos orgánicos como de los no orgánicos, y siguiendo la jerarquía de residuos como líneas de acción posteriores. Para las ciudades, el sistema de basura cero es la oportunidad de asumir un papel de liderazgo en la acción climática.

Como se ha señalado en este informe,

los sistemas de basura cero no sólo benefician a la sociedad a través de la mitigación y la adaptación al clima, sino que también mejoran la salud de la comunidad, la justicia medioambiental y el desarrollo económico local.

La inversión en la reducción de residuos, la recolección diferenciada y la recuperación de materiales aumentan la capacidad de recuperación del medio ambiente y permiten el desarrollo de la economía en general mediante la creación de empleos verdes y nuevas oportunidades de negocio.

Estudios anteriores y la experiencia de cientos de ciudades de todo el mundo demuestran que la basura cero es una estrategia de gestión de residuos práctica, rápida y asequible. Muchas ciudades ya han logrado tasas de desvío superiores al 50% a los pocos años de haber iniciado su implementación. La basura cero es mucho más económica que las alternativas que requieren mucho capital, como la incineración y los vertederos artificiales, además de generar importantes beneficios económicos en términos de nuevos y mejores empleos y nuevas oportunidades de negocio.²⁵¹

Aunque los principios de la basura cero son los mismos en todas partes, la forma de implementación es específica al contexto económico y medioambiental de cada ciudad. Con un gran énfasis en el compromiso de la comunidad, la introducción de sistemas de basura cero ha demostrado continuamente que reduce la generación general de residuos y las tasas de eliminación de los mismos, y que impulsa el cumplimiento de la separación en origen en cortos periodos de tiempo. Existen ejemplos en todo el mundo (Ver sección 2.1.).

Una ciudad resiliente es aquella capaz de responder rápida y eficazmente al cambio climático, de una manera justa y eficiente. A la hora de implementar sistemas de basura cero para enfrentar mejor los impactos del cambio climático, es fundamental tener en cuenta a los grupos marginados, ya que el cambio climático les supone una carga excepcional y agudizada. Entre éstos se encuentran los residentes de las comunidades de bajos ingresos y de los asentamientos informales, en especial mujeres,

niños, ancianos y personas con discapacidades, y las minorías. Por lo tanto, la tarea de crear resiliencia tiene que estar fundada en un sólido entramado de relaciones institucionales y sociales que proveen una red de seguridad a los sectores más vulnerables de la población.

En función de lo anterior, este informe propone las siguientes recomendaciones:

- **Incorporar objetivos y políticas de basura cero en los planes de mitigación y adaptación al cambio climático.**

- Las ciudades, que son las principales responsables de la gestión de los residuos, deberían incorporar un programa integral de basura cero, con énfasis en la separación en origen, el tratamiento de la materia orgánica y la integración del sector informal.
- Los patrocinadores y las instituciones financieras deben apoyar la transición de las ciudades hacia la basura cero con medidas financieras y técnicas.
- Los gobiernos nacionales pueden incorporar la basura cero en sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CDN) y en las políticas climáticas nacionales pertinentes.

- **Priorizar la prevención del desperdicio de alimentos, y la prohibición de plásticos de un solo uso.**

- Para prevenir el desperdicio de alimentos se requiere una estrategia determinada en la que se integre toda la cadena de suministro, con medidas de intervención desde el campo hasta la mesa.

- Las prohibiciones de los productos y envases de un solo uso, especialmente del plástico, se pueden establecer a nivel local o nacional.

- **Instaurar la recolección diferenciada y el tratamiento de los residuos orgánicos.**

- Las ciudades deben diseñar un sistema claro y fácil de implementar, con una señalización uniformada y programas de divulgación específicos a fin de garantizar un alto índice de cumplimiento.
- El compostaje es la opción de tratamiento más fácil, menos costosa y más escalable para los residuos orgánicos.

- **Invertir en los sistemas de gestión de residuos y en la capacidad de reciclaje y compostaje.**

- Se requiere inversiones de capital relativamente pequeñas para la recolección diferenciada en origen, las instalaciones de recuperación de materiales, el tratamiento de los productos orgánicos, etc.
- Los municipios deben crear un plan para enfrentar a los costos operativos continuos, que pueden ser menores en un sistema de basura cero.



- **Establecer un marco institucional adecuado para la basura cero que incluya reglamentos, programas de educación y divulgación, y ofrecer incentivos financieros mediante subvenciones al reciclaje y al compostaje.**

- Es clave contar con una normativa que establezca un sistema integral de basura cero, con especial énfasis en los incentivos económicos alineados que promuevan un sistema virtuoso, que mejore continuamente sus índices de reducción de residuos.
- Las subvenciones y otros incentivos a la producción y uso de compost son fundamentales para contribuir a un sistema virtuoso, y pueden contrarrestar los agroquímicos sintéticos actualmente subvencionados.
- Es necesario contar con programas de educación, comunicación y divulgación en los que se garantice la inclusión de todas las partes interesadas, para lograr índices de participación y cumplimiento altos.

- **Reconocer el papel de los recicladores e integrarlos integralmente en el sistema de gestión de residuos.**

- Crear un mecanismo consultivo a través del cual los recicladores colaboren activamente en el diseño de la basura cero y aprovechen las nuevas oportunidades, ya sea como empleados o como empresarios.
- En las ciudades en las que los recicladores informales proceden de poblaciones históricamente excluidas, esto puede requerir poner fin a prácticas discriminatorias de larga data.

Puede encontrar más información sobre cómo implementar un sistema de basura cero, desde las mejores prácticas para la separación en origen a cómo financiarla y guías paso a paso, en la página web de GAIA:

www.no-burn.org/zw-guides.

Hoy, la acción climática es más urgente que nunca. La comunidad científica ha sido clara; no estamos haciendo lo suficiente para no superar el decisivo umbral de 1,5°C de calentamiento global. Aún así, la solución está en nuestras manos. Como muestra este informe, hemos avanzado mucho en identificar lo que más conviene a las personas y al planeta. El desafío, ahora, es reunir la voluntad política para implementar estas soluciones de una forma rápida y a gran escala, al tiempo que se garantiza la inclusión de todas las partes interesadas sin sacrificar la justicia en el camino.

Las estrategias de basura cero revelan un camino a seguir que nos da razones para la esperanza. Si se empieza con pequeños pasos hacia la recolección diferenciada de los residuos, y se siguen construyendo sistemas de basura cero para maximizar la reducción en origen y la recuperación de materiales, las ciudades pueden disminuir las catástrofes producidas por el cambio climático, a la vez que obtienen beneficios adicionales en diversos sentidos. Con un sistema de basura cero, las ciudades estarán tomando acciones concretas hacia la mitigación del clima y la resiliencia desde el sector de los residuos, elevando la meta de las promesas a nivel nacional del Acuerdo de París y cerrando la brecha de las emisiones.



1. "Solid Waste Management." World Bank. 2022. <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/solid-waste-management>.
2. Definición de Basura Cero. 2018. Zero Waste International Alliance. <https://zwia.org/zero-waste-definition>.
3. Kaza, Silpa, Lisa C. Yao, Perinaz Bhada-Tata, and Frank Van Woerden. 2018. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Washington, DC: World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>.
4. Liamzon, Catherine. 2019. "Sunshine After the Storm: A Typhoon-Ravaged City Rises to Become Zero Waste." Zero Waste Cities Asia. Global Alliance for Incinerator Alternatives. <https://zerowasteworld.org/wp-content/uploads/Taclaban.pdf>.
5. Oblak, Erika. 2019. "The Story of Ljubljana." 5. Zero Waste Case Studies. Zero Waste Europe. https://zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/2019/10/zero_waste_europe_cs5_ljubljana_en.pdf.
6. Košak, Marko. 2019. "The Story of Prelog." Zero Waste Europe. <https://zerowastecities.eu/bestpractice/the-story-of-prelog>.
7. "Zero Waste Systems for Climate Mitigation Tanzania." Presentation by Ana Rocha, Nipe Fagio. <https://www.nipefagio.co.tz/publications-nipe-fagio>.
8. Dayrit, Felicia, Anne Larracas, and Gigie Cruz. 2019. "Picking Up the Baton: Political Will Key to Zero Waste." Global Alliance for Incinerator Alternatives. <https://zerowasteworld.org/wp-content/uploads/San-Fernando-1107.pdf>.
9. Rosa, Ferran. 2018. "The Story of Besançon." Zero Waste Europe. <https://zerowastecities.eu/bestpractice/besancon>.
10. "Estudio de Caso: Estrategia Basura Cero En Santa Juana." 2021. Global Alliance for Incinerator Alternatives. <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2021/11/Serie-documentos-GAIA-Caso-7.pdf>.
11. Rastei, Elena, and Jack McQuibban. 2019. "The Story of Salacea." 12. Case Studies. Zero Waste Europe.
12. Vliet, Aimee Van. 2018. "The Story of Capannori." Zero Waste Europe. <https://zerowastecities.eu/bestpractice/best-practice-the-story-of-capannori>.
13. Rosa, Ferran. 2016. "The Story of Parma." Zero Waste Europe. <https://zerowasteurope.eu/library/the-story-of-parma>.
14. "Recogida puerta a puerta en Usurbil." Ministry for the Ecological Transition and the Demographic Challenge. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/buenas-practicas/Puerta_Puerta_Usurbil.aspx.
15. "Climate Data for Action—Emissions and Policies." Climate Watch. <https://www.climatewatchdata.org>.
16. Wit, de Marc, and Laxmi Haigh. 2022. "The Circularity Gap Report 2022." Circle Economy. <https://www.circularity-gap.world/2022>.
17. Opportunities to Reduce Greenhouse Gas (GHG) Emissions through Materials and Land Management Practices." 2021. Reports and Assessments. U.S. EPA. <https://www.epa.gov/smm/opportunities-reduce-greenhouse-gas-ghg-emissions-through-materials-and-land-management>.
18. Hogg, Dominic, and Ann Ballinger. 2015. "The Potential Contribution of Waste Management to a Low Carbon Economy." Eunomia. <https://www.eunomia.co.uk/reports-tools/the-potential-contribution-of-waste-management-to-a-low-carbon-economy>; Wilson, David C, Ljiljana Rodic, Prasad Modak, Reka Soos, Ainhoa Carpintero Rogero, Costas Velis, Mona Iyer, and Otto Simonett. 2015. Global Waste Management Outlook. United Nations Environment Programme.
19. Pratt, Kimberley, and Michael Lenaghan. 2020. "The Climate Change Impacts of Burning Municipal Waste in Scotland: Technical Report." Zero Waste Scotland; Tabata, Tomohiro. 2013. "Waste-to-Energy Incineration Plants as Greenhouse Gas Reducers: A Case Study of Seven Japanese Metropolises." Waste Management & Research 31(11): 1110-17. <https://doi.org/10.1177/0734242X13502385>; Tangri, Neil. 2021. "Waste Incinerators Undermine Clean Energy Goals," February. <https://doi.org/10.31223/X5VK5X>.
20. Tangri, Neil and Monica Wilson. 2017. "Waste Gasification & Pyrolysis: High Risk, Low Yield Processes for Waste Management." Global Alliance for Incinerator Alternatives. <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Waste-Gasification-and-Pyrolysis-high-risk-low-yield-processes-march-2017.pdf>
21. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (U.S.), ed. 2018. Improving Characterization of Anthropogenic Methane Emissions in the United States. Consensus Study Report. Washington, DC: The National Academies Press.
22. Masson-Delmotte, Valérie, Panmao Zhai, Anna Pirani, Sarah L. Connors, Clotilde Péan, Sophie Berger, Nada Caud, et al., eds. 2021. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>.
23. "Very Strong Atmospheric Methane Growth in the 4 Years 2014–2017: Implications for the Paris Agreement - Nisbet - 2019 - Global Biogeochemical Cycles - Wiley Online Library." <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2018GB006009>.
24. Ravishankara, A. R., Johan C. I. Kuylenstierna, Eleni Michalopoulou, Lena Höglund-Isaksson, Yuqiang Zhang, Karl Seltzer, Muye Ru, et al. 2021. Global Methane Assessment: Benefits and Costs of Mitigating Methane Emissions. Nairobi: United Nations Environment Programme.
25. Bogner, J., M. Meadows, and P. Czepiel. 1997. "Fluxes of Methane between Landfills and the Atmosphere: Natural and Engineered Controls." Soil Use and Management 13 (s4): 268-77. <https://doi.org/10.1080/00137179708738100>.

- [org/10.1111/j.1475-2743.1997.tb00598.x](https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.1997.tb00598.x); Gonzalez-Vallencia, Rodrigo, Felipe Magana-Rodriguez, Jordi Cristóbal, and Frederic Thalasso. 2016. "Hotspot Detection and Spatial Distribution of Methane Emissions from Landfills by a Surface Probe Method." *Waste Management, SI:Sanitary Landfilling*, 55 (September): 299–305. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.03.004>; Ravishankara, A. R., Johan C. I. Kuylenstierna, Eleni Michalopoulou, Lena Höglund-Isaksson, Yuqiang Zhang, Karl Seltzer, Muye Ru, et al. 2021. *Global Methane Assessment: Benefits and Costs of Mitigating Methane Emissions*. Nairobi: United Nations Environment Programme.
26. Jeong, Seongeun, Xinguang Cui, Donald R. Blake, Ben Miller, Stephen A. Montzka, Arlyn Andrews, Abhinav Guha, et al. 2017. "Estimating Methane Emissions from Biological and Fossil-Fuel Sources in the San Francisco Bay Area." *Geophysical Research Letters* 44 (1): 486–95. <https://doi.org/10.1002/2016GL071794>; Maher, R., & Kelly, L. (2021). Maher, Ryan, and Leah Kelly. 2021. "Greenhouse Gases from Maryland's Landfills: Underestimated and Under Regulated." Environmental Integrity Project.
 27. Maasackers, Joannes D., Daniel J. Varon, Aldís Elfarsdóttir, Jason McKeever, Dylan Jervis, Gourav Mahapatra, Sudhanshu Pandey, et al. 2022. "Using Satellites to Uncover Large Methane Emissions from Landfills." *Science Advances* 8 (32): eabn9683. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abn9683>.
 28. Bogner, J., M. Meadows, and P. Czepiel. 1997. "Fluxes of Methane between Landfills and the Atmosphere: Natural and Engineered Controls." *Soil Use and Management* 13 (s4): 268–77. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.1997.tb00598.x>; Gonzalez-Vallencia, Rodrigo, Felipe Magana-Rodriguez, Jordi Cristóbal, and Frederic Thalasso. 2016. "Hotspot Detection and Spatial Distribution of Methane Emissions from Landfills by a Surface Probe Method." *Waste Management, SI:Sanitary Landfilling*, 55 (September): 299–305. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.03.004>; Mønster, Jacob, Jerker Samuelsson, Peter Kjeldsen, and Charlotte Scheutz. 2015. "Quantification of Methane Emissions from 15 Danish Landfills Using the Mobile Tracer Dispersion Method." *Waste Management* 35 (January): 177–86. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.09.006>; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (U.S.), ed. 2018. *Improving Characterization of Anthropogenic Methane Emissions in the United States*. Consensus Study Report. Washington, DC: The National Academies Press; Themelis, Nickolas J., and Priscilla A. Ulloa. 2007. "Methane Generation in Landfills." *Renewable Energy* 32 (7): 1243–57. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2006.04.020>.
 29. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (U.S.), ed. 2018. *Improving Characterization of Anthropogenic Methane Emissions in the United States*. Consensus Study Report. Washington, DC: The National Academies Press.
 30. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (U.S.), ed. 2018. *Improving Characterization of Anthropogenic Methane Emissions in the United States*. Consensus Study Report. Washington, DC: The National Academies Press.
 31. Archer, David, Michael Eby, Victor Brovkin, Andy Ridgwell, Long Cao, Uwe Mikolajewicz, Ken Caldeira, et al. 2009. "Atmospheric Lifetime of Fossil Fuel Carbon Dioxide." *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 37 (1): 117–34. <https://doi.org/10.1146/annurev.earth.031208.100206>.
 32. Gustavsson, Jenny, Christel Cederberg, and Ulf Sonesson. "Global Food Losses and Food Waste," 38; Gikandi, Lilian. "10% of All Greenhouse Gas Emissions Come from Food We Throw in the Bin." World Wide Fund for Nature. <https://updates.panda.org/driven-to-waste-report>.
 33. Dorward, Leejiah J. 2012. "Where Are the Best Opportunities for Reducing Greenhouse Gas Emissions in the Food System (Including the Food Chain)? A Comment." *Food Policy* 37 (4): 463–66. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.04.006>; Saleem, Ramy, David Font Vivanco, Abir Al-Tabbaa, and Erasmus K. H. J. zu Ermgassen. 2017. "A Holistic Approach to the Environmental Evaluation of Food Waste Prevention." *Waste Management* 59 (January): 442–50. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.09.042>; Venkat, Kumar. 2011. "The Climate Change and Economic Impacts of Food Waste in the United States." *International Journal on Food System Dynamics* 2 (4): 431–46. <https://doi.org/10.18461/ijfsd.v2i4.247>.
 34. Seeking End to Loss and Waste of Food along Production Chain." Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/in-action/seeking-end-to-loss-and-waste-of-food-along-production-chain/en>.
 35. Bottinelli, Stef. 2021. "The City of Milan's Local Food Hubs Reduce 130 Tonnes of Food Waste a Year, and Win EarthShot Prize." *Food Matters Live*, October 18, 2021. <https://foodmatterslive.com/article/milan-local-food-hubs-reduce-130-tonnes-of-food-waste-a-year-and-win-earthshot-prize>.
 36. Morris, Jeffrey, H. Scott Matthews, and Clarissa Morawski. 2013. "Review and Meta-Analysis of 82 Studies on End-of-Life Management Methods for Source Separated Organics." *Waste Management, Special Thematic Issue: Urban Mining*, 33 (3): 545–51. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.08.004>; MRA Consulting Group. 2019. "Review of Separate Organics Collection Legislation: A Submission to NSW Environment Protection Authority." MRA Consulting Group; Wilson, David C, Ljiljana Rodic, Prasad Modak, Reka Soos, Ainhoa Carpintero Rogero, Costas Velis, Mona Iyer, and Otto Simonett. 2015. *Global Waste Management Outlook*. United Nations Environment Programme.
 37. "Methane Matters: A Comprehensive Approach to Methane Mitigation." 2022. Changing Markets Foundation, Environmental Investigation Agency, Global Alliance for Incinerator Alternatives.
 38. Brown, Sally, Kristen McIvor, and Elizabeth Hodges Snyder, eds. 2016. *Sowing Seeds in the City: Ecosystem and Municipal Services*. Springer.

39. Kaza, Silpa, Lisa Yao, Perinaz Bhada-Tata, and Frank Van Woerden. 2018. *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Urban Development Series. Washington, DC: World Bank. doi:10.1596/978-1-4648-1329-0. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO
40. "Existing Situation of Solid Waste Management in Pune City, India." 2012. *Research Journal of Recent Sciences* 1(ISC-2011): 348-51.
41. The Indian Express. 2021. "PMC to End Tax Benefit to 3,081 Properties," January 9, 2021. <https://indianexpress.com/article/cities/pune/pmc-to-end-tax-benefit-to-3081-properties-7139044>
42. "Awards - SWaCH." <https://swachcoop.com/about/awards>
43. Wilson, David C, Ljiljana Rodic, Prasad Modak, Reka Soos, Ainhoa Carpintero Rogero, Costas Velis, Mona Iyer, and Otto Simonett. 2015. *Global Waste Management Outlook*. United Nations Environment Programme.
44. Prasad, R. 2012. "Efficient Way to Turn Waste into Resource." *The Hindu*, October 17, 2012, sec. Science. <https://www.thehindu.com/sci-tech/science/Efficient-way-to-turn-waste-into-resource/article12561275.ece>
45. "Global Methane Assessment: Benefits and Costs of Mitigating Methane Emissions." 2021. UN Environment Programme. <http://www.unep.org/resources/report/global-methane-assessment-benefits-and-costs-mitigating-methane-emissions>.
46. Morris, Jeffrey, Enzo Favoino, Eric Lombardi, and Kate Bailey. 2013. "What's Best to Do with the 'Leftovers' on the Way to Zero Waste?" *Ecocycle*.
47. Hoornweg, Daniel, and Perinaz Bhada-Tata. 2012. *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management*. Urban Development Series. Washington, DC, USA: World Bank Group; Wilson, David C, Ljiljana Rodic, Prasad Modak, Reka Soos, Ainhoa Carpintero Rogero, Costas Velis, Mona Iyer, and Otto Simonett. 2015. *Global Waste Management Outlook*. United Nations Environment Programme.
48. Rosengren, Cole. "California's Local Governments Grapple with Financial and Logistical Demands of Organics Recycling Law." *Waste Dive*. <https://www.wastedive.com/news/sb-1383-part-three-california-local-government-budget-pandemic/625818>.
49. Directive 1999/31/EC of the European Parliament and of the Council of 26 April 1999 on the landfill of waste (OJ L 182 16.7.1999).
50. Bayard, R., J. de Araújo Morais, G. Ducom, F. Achour, M. Rouez, and R. Gourdon. 2010. "Assessment of the Effectiveness of an Industrial Unit of Mechanical-Biological Treatment of Municipal Solid Waste." *Journal of Hazardous Materials* 175 (1): 23-32. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.10.049>; Gioannis, G. De, A. Muntoni, G. Cappai, and S. Milia. 2009. "Landfill Gas Generation after Mechanical Biological Treatment of Municipal Solid Waste. Estimation of Gas Generation Rate Constants." *Waste Management* 29(3): 1026-34. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.08.016>; Scaglia, Barbara, Roberto Confalonieri, Giuliana D'Imporzano, and Fabrizio Adani. 2010. "Estimating Biogas Production of Biologically Treated Municipal Solid Waste." *Bioresource Technology* 101(3): 945-52. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.08.085>; Smith, Alison, Keith Brown, Steve Ogilvie, Kathryn Rushton, and Judith Bates. 2001. *Waste Management Options and Climate Change*. European Commission DG Environment.
51. Powell, Jon T., Timothy G. Townsend, and Julie B. Zimmerman. 2016. "Estimates of Solid Waste Disposal Rates and Reduction Targets for Landfill Gas Emissions." *Nature Climate Change* 6(2): 162-65. <https://doi.org/10.1038/nclimate2804>; "Landfill Gas Primer - An Overview for Environmental Health Professionals." 2001. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. <https://www.atsdr.cdc.gov/HAC/landfill/html/toc.html>.
52. Barlaz, M. A., R. B. Green, J. P. Chanton, C. D. Goldsmith, and G. R. Hater. 2004. "Evaluation of a Biologically Active Cover for Mitigation of Landfill Gas Emissions." *Environmental Science & Technology* 38 (18): 4891-99. <https://doi.org/10.1021/es049605b>; Mønster, Jacob, Jerker Samuelsson, Peter Kjeldsen, and Charlotte Scheutz. 2015. "Quantification of Methane Emissions from 15 Danish Landfills Using the Mobile Tracer Dispersion Method." *Waste Management* 35 (January): 177-86. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.09.006>
53. Gonzalez-Valencia, Rodrigo, Felipe Magana-Rodriguez, Jordi Cristóbal, and Frederic Thalasso. 2016. "Hotspot Detection and Spatial Distribution of Methane Emissions from Landfills by a Surface Probe Method." *Waste Management, SI: Sanitary Landfilling*, 55 (September): 299-305. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.03.004>; Morris, Jeffrey. 2010. "Bury or Burn North America MSW? LCAs Provide Answers for Climate Impacts & Carbon Neutral Power Potential." *Environmental Science & Technology* 44 (20): 7944-49. <https://doi.org/10.1021/es100529f>; Smith, Alison, Keith Brown, Steve Ogilvie, Kathryn Rushton, and Judith Bates. 2001. *Waste Management Options and Climate Change*. European Commission DG Environment.
54. EPA, *Opportunities to Reduce Greenhouse Gas Emissions through Materials and Land Management Practices* (2009), <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-08/documents/ghg-land-materials-management.pdf>
55. OECD. 2018. "Improving Plastics Management: Trends, Policy Responses, and the Role of International Co-Operation and Trade." *Policy Perspectives* 12. OECD Environment Policy Paper. Organization for Economic Co-operation and Development.
56. Geyer, Roland, Jenna R. Jambeck, and Kara Lavender Law. 2017. "Production, Use, and Fate of All Plastics Ever Made." *Science Advances* 3(7): e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>.
57. Geyer, Roland, Jenna R. Jambeck, and Kara Lavender Law. 2017. "Production, Use, and Fate of All Plastics Ever Made." *Science Advances* 3(7): e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>.
58. Zheng, Jiajia, and Sangwon Suh. 2019. "Strategies to Reduce the Global Carbon Footprint of Plastics." *Nature Climate Change* 9(5): 374-78. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0459-z>
59. Vallette, Jim. 2021. "The New Coal: Plastics & Climate Change." *Beyond Plastic*. <https://www.beyondplastics.org/plastics-and-climate>
60. Hamilton, Lisa Anne, Steven Feit, Matt Kelso, Samantha Malone Rubright, Courtney Bernhardt, Eric Schaeffer, Doun Moon, Jeffrey Morris, and Rachel Labbé-Bellas. 2019. "Plastic & Climate: The Hidden Costs of a Plastic Planet." Center for International Environmental Law. <https://www.ciel.org/plasticand-climate>.

61. Geyer, Roland, Jenna R. Jambeck, and Kara Lavender Law. 2017. "Production, Use, and Fate of All Plastics Ever Made." *Science Advances* 3 (7): e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>.
62. Rollinson, Andrew Neil, and Jumoke Oladeho. 2020. "Chemical Recycling: Status, Sustainability, and Environmental Impacts." Global Alliance for Incinerator Alternatives, June. <https://doi.org/www.doi.org/10.46556/ONLS4535>; Patel, Denise, Doun Moon, Neil Tangri, and Monica Wilson. 2020. "All Talk and No Recycling: An Investigation of the U.S. 'Chemical Recycling' Industry." Global Alliance for Incinerator Alternatives. <https://doi.org/10.46556/WMSM7198>; Tabriz, Shanar, Andrew Neil Rollinson, Marieke Hoffmann, and Favoino Enzo. 2020. "Understanding the Environmental Impacts of Chemical Recycling Ten Concerns with Existing Life Cycle Assessments." Zero Waste Europe. https://zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/2020/12/zwe_jointpaper_Understanding-EnvironmentallImpactsofCR_en.pdf.
63. Bergmann, Melanie, Bethanie Carney Almroth, Susanne M. Brander, Tridibesh Dey, Dannielle S. Green, Sedat Gundogdu, Anja Krieger, Martin Wagner, and Tony R. Walker. 2022. "A Global Plastic Treaty Must Cap Production." *Science* 376 (6592): 469–70. <https://doi.org/10.1126/science.abq0082>; Lau, Winnie W. Y., Yonathan Shiran, Richard M. Bailey, Ed Cook, Martin R. Stuchtey, Julia Koskella, Costas A. Velis, et al. 2020. "Evaluating Scenarios toward Zero Plastic Pollution." *Science* 369 (6510): 1455–61. <https://doi.org/10.1126/science.aba9475>; Borrelle, Stephanie B., Jeremy Ringma, Kara Lavender Law, Cole C. Monnahan, Laurent Lebretton, Alexis McGivern, Erin Murphy, et al. 2020. "Predicted Growth in Plastic Waste Exceeds Efforts to Mitigate Plastic Pollution." *Science* 369 (6510): 1515–18. <https://doi.org/10.1126/science.aba3656>.
64. Fernandez Pales, Araceli, and Peter Levi. 2018. "The Future of Petrochemicals. Towards More Sustainable Plastics and Fertilisers." International Energy Agency (IEA). https://iea.blob.core.windows.net/assets/bee4ef3a-8876-4566-98cf-7a130c013805/The_Future_of_Petrochemicals.pdf.
65. Moon, Doun. 2021. "The High Cost of Waste Incineration." Global Alliance for Incinerator Alternatives. <https://zerowasteworld.org/beyondrecovery>.
66. United Kingdom Without Incineration Network. 2018. "Evaluation of the climate change impacts of waste incineration in the United Kingdom".
67. Corvellec, Hervé, María José Zapata Campos, and Patrik Zapata. 2013. "Infrastructures, Lock-in, and Sustainable Urban Development: The Case of Waste Incineration in the Göteborg Metropolitan Area." *Journal of Cleaner Production*, Special Issue: Advancing sustainable urban transformation, 50 (July): 32–39. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.009>; Hoornweg, Daniel, and Perinaz Bhada-Tata. 2012. *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management*. Urban Development Series. Washington, DC, USA: World Bank Group.
68. Hogg, Dominic, and Ann Ballinger. 2015. "The Potential Contribution of Waste Management to a Low Carbon Economy." *Eunomia*. <https://www.eunomia.co.uk/reports-tools/the-potential-contribution-of-waste-management-to-a-low-carbon-economy>; Smith, Alison, Keith Brown, Steve Ogilvie, Kathryn Rushton, and Judith Bates. 2001. *Waste Management Options and Climate Change*. European Commission DG Environment; Vähk, Janek. 2019. "The Impact of Waste-to-Energy Incineration on Climate." Policy Briefing. Zero Waste Europe. <https://zerowasteurope.eu/library/the-impact-of-waste-to-energy-incineration-on-climate>.
69. Barton, J. R., I. Issaias, and E. I. Stentiford. 2008. "Carbon – Making the Right Choice for Waste Management in Developing Countries." *Waste Management, OECD Workshop – Soils and Waste Management: A Challenge to Climate Change*, 28 (4): 690–98. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.09.033>; Hoornweg, Daniel, and Perinaz Bhada-Tata. 2012. *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management*. Urban Development Series. Washington, DC, USA: World Bank Group.
70. There is considerable controversy about the "net" element of the net zero emissions goals established in the Paris Agreement. What is clear is that opportunities for real CO₂ removal and sequestration are small and uncertain, particularly in comparison to the growing flux of anthropogenic emissions. As such, every sector that can achieve zero emissions must do so; effectively, zero anthropogenic emissions is the appropriate target.
71. Tangri, Neil. 2021. "Waste Incinerators Undermine Clean Energy Goals," February. <https://doi.org/10.31223/X5VK5X>.
72. Favoino, Enzo, and Dominic Hogg. 2008. "The Potential Role of Compost in Reducing Greenhouse Gases." *Waste Management & Research* 26 (1): 61–69. <https://doi.org/10.1177/0734242X08088584>; Pezzolla, Daniela, Roland Bol, Giovanni Gigliotti, Takuji Sawamoto, Aranzazu Louro López, Laura Cardenas, and David Chadwick. 2012. "Greenhouse Gas (GHG) Emissions from Soils Amended with Digestate Derived from Anaerobic Treatment of Food Waste." *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 26 (20): 2422–30. <https://doi.org/10.1002/rcm.6362>; Qdais, Hani Abu, Christoph Wuensch, Christina Dornack, and Abdallah Nassour. 2019. "The Role of Solid Waste Composting in Mitigating Climate Change in Jordan." *Waste Management & Research*, June. <https://doi.org/10.1177/0734242X19855424>; Silver, Whendee, Sintana Vergara, and Mayer Allegra. 2018. "Carbon Sequestration and Greenhouse Gas Mitigation Potential of Composting and Soil Amendments on California's Rangelands." University of California. https://www.energy.ca.gov/sites/default/files/2019-11/Agriculture_CCCA4-CNRA-2018-002-ADA.pdf.
73. Silver, Whendee L., Marcia S. DeLonge, and Justine J. Owen. 2013. "Climate Change Mitigation Potential of California's Rangeland Ecosystems." Department of Environmental Science, Policy, and Management University of California, Berkeley. https://nicholasinstitute.duke.edu/sites/default/files/w_silver_et_al_april_3013_carb.pdf.
74. "Regenerative Annual Cropping." 2020. Project Drawdown. February 6, 2020. <https://drawdown.org/solutions/regenerative-annual-cropping>.
75. Sanderman, Jonathan, Tomislav Hengl, and Gregory J. Fiske. 2017. "Soil Carbon Debt of 12,000 Years of Human Land Use." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114 (36): 9575–80. <https://doi.org/10.1073/pnas.1706103114>.
76. Linzner, Roland, and Ulrike Lange. 2013. "Role and Size of Informal Sector in Waste Management – a Review." *Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Waste and Resource Management* 166 (2): 69–83. <https://doi.org/10.1680/warm.12.00012>.
77. Dias, Sonia Maria. 2016. "Waste Pickers and Cities." *Environment and Urbanization* 28 (2): 375–90. <https://>

- doi.org/10.1177/0956247816657302; Mathys, Ted. 2009. "Cooling Agents: An Examination of the Role of the Informal Recycling Sector in Mitigating Climate Change." Chintan.
- 78.** Linzner, Roland, and Ulrike Lange. 2013. "Role and Size of Informal Sector in Waste Management – a Review." *Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Waste and Resource Management* 166 (2): 69–83. <https://doi.org/10.1680/warm.12.00012>; Wilson, David C, Ljiljana Rodic, Prasad Modak, Reka Soos, Ainhoa Carpintero Rogero, Costas Velis, Mona Iyer, and Otto Simonett. 2015. *Global Waste Management Outlook*. United Nations Environment Programme.
- 79.** Dias, Sonia Maria. 2016. "Waste Pickers and Cities." *Environment and Urbanization* 28 (2): 375–90. <https://doi.org/10.1177/0956247816657302>.
- 80.** Allen, Cecilia, Virali Gokaldas, Anne Larracas, Leslie Ann Minot, Maeva Morin, Neil Tangri, Burr Tyler, and Bill Walker. 2012. "On the Road to Zero Waste: Successes and Lessons from around the World." *Global Alliance for Incinerator Alternatives*. <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/On-the-Road-to-Zero-Waste.pdf>.
- 81.** Schlesinger, William. 2010. "90 Scientists Urge Congress Not to 'Cook the Books' in CO₂ Accounting for Biofuels, Other Bioenergy Sources." *Cision*, May 24, 2010. <https://www.prnewswire.com/news-releases/90-scientists-urge-congress-not-to-cook-the-books-in-co2-accounting-for-biofuels-other-bioenergy-sources-94741714.html>.
- 82.** Towprayoon et al., 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 3: Solid Waste Disposal
- 83.** Brown, Sally, Kristen McIvor, and Elizabeth Hodges Snyder, eds. 2016. *Sowing Seeds in the City: Ecosystem and Municipal Services*. Springer
- 84.** Brunner, Manuela I., Daniel L. Swain, Raul R. Wood, Florian Willkofer, James M. Done, Eric Gilleland, and Ralf Ludwig. 2021. "An Extremeness Threshold Determines the Regional Response of Floods to Changes in Rainfall Extremes." *Communications Earth & Environment* 2 (1): 1–11. <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00248-x>
- 85.** Denchak, Melissa. 2019. "Flooding and Climate Change: Everything You Need to Know." NRDC. <https://www.nrdc.org/stories/flooding-and-climate-change-everything-you-need-know>.
- 86.** Ide, Tobias, Anders Kristensen, and Henrikas Bartusevičius. 2021. "First Comes the River, Then Comes the Conflict? A Qualitative Comparative Analysis of Flood-Related Political Unrest." *Journal of Peace Research* 58 (1): 83–97. <https://doi.org/10.1177/0022343320966783>.
- 87.** Zoleta-Nante, Doracie B. 2000. "Flood Hazard Vulnerabilities and Coping Strategies of Residents of Urban Poor Settlements in Metro Manila, The Philippines." In *Floods*, by Dennis J. Parker. Peeters Publishers.
- 88.** Zoleta-Nante, Doracie B. 2000. "Flood Hazard Vulnerabilities and Coping Strategies of Residents of Urban Poor Settlements in Metro Manila, The Philippines." In *Floods*, by Dennis J. Parker. Peeters Publishers.
- 89.** Jha, Abhas K., Robin Bloch, and Jessica Lamond. 2012. *Cities and Flooding*. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-8866-2>.
- 90.** Jha, Abhas K., Robin Bloch, and Jessica Lamond. 2012. *Cities and Flooding*. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-8866-2>.
- 91.** "Floods and Health: Fact Sheets for Health Professionals." 2014. World Health Organization. https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0016/252601/Floods-and-health-Fact-sheets-for-health-professionals.pdf.
- 92.** Climate change can have negative impacts on landfill operations in different ways; landfills near the coast or in low-lying areas are vulnerable to sea level rise and storm surge. Water infiltration of the pit can lead to an overflow of waste from the landfill. Saltwater infiltration from below can deteriorate the impermeable lining of sanitary landfill facilities. Temperature increases may necessitate more frequent waste collection schedules and rigorous landfill management practices, as odors will be stronger. Higher temperatures and drought may also increase the risks of fire at waste facilities. "Solid Waste Management: Addressing Climate Change Impacts On Infrastructure." 2012. U.S. EPA. https://www.climate-links.org/sites/default/files/asset/document/Infrastructure_SolidWasteManagement.pdf.
- 93.** Laner, David, Johann Fellner, and Paul H. Brunner. 2009. "Flooding of Municipal Solid Waste Landfills – An Environmental Hazard?" *Science of The Total Environment, Thematic Issue - BioMicroWorld Conference*, 407 (12): 3674–80. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.03.006>.
- 94.** Few, Roger. "Flooding, Vulnerability and Coping Strategies: Local Responses to a Global Threat." *Progress in Development Studies* 3, no. 1 (January 2003): 43–58. <https://doi.org/10.1191/1464993403ps049ra>.
- 95.** Talavera, Catherine. 2021. "Group Pushes Waste Management to Prevent Floods." *Philstar.Com*, July 25, 2021. <https://www.philstar.com/nation/2021/07/25/2114927/group-pushes-waste-management-prevent-floods>.
- 96.** Jha, Abhas K., Robin Bloch, and Jessica Lamond. 2012. *Cities and Flooding*. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-8866-2>.
- 97.** Diagne, Khady. 2007. "Governance and Natural Disasters: Addressing Flooding in Saint Louis, Senegal." *Environment and Urbanization* 19 (2): 552–62. <https://doi.org/10.1177/0956247807082836>.
- 98.** Few, Roger. "Flooding, Vulnerability and Coping Strategies: Local Responses to a Global Threat." *Progress in Development Studies* 3, no. 1 (January 2003): 43–58. <https://doi.org/10.1191/1464993403ps049ra>.
- 99.** Ojolowo, S., and B. Wahab. 2017. "Municipal Solid Waste and Flooding in Lagos Metropolis, Nigeria: Deconstructing the Evil Nexus." *Journal of Geography and Regional Planning* 10 (7): 174–85. <https://doi.org/10.5897/JGRP2016.0614>.
- 100.** Hinshaw, Drew. 2015. "Ghana's Growth Spurs Uncontrollable Trash." *The Wall Street Journal*, June 21, 2015. <https://www.wsj.com/articles/ghanas-growth-spurs-uncontrollable-trash-1434928945>.
- 101.** Hinshaw, Drew. 2015. "Ghana's Growth Spurs Uncontrollable Trash." *The Wall Street Journal*, June 21, 2015. <https://www.wsj.com/articles/ghanas-growth-spurs-uncontrollable-trash-1434928945>.
- 102.** Ritch, Elaine, Carol Brennan, and Calum MacLeod. 2009. "Plastic Bag Politics: Modifying Consumer Behaviour for Sustainable Development." *International Journal of Consumer Studies* 33 (2): 168–74. <https://doi.org/10.1111/j.1470-6431.2009.00749.x>.
- 103.** Waghmode, Vishwas. 2016. "Rewind: Plastics Continue

- to Clog Nullahs across Mumbai." *The Indian Express*, March 22, 2016. <https://indianexpress.com/article/cities/mumbai/rewind-plastics-continue-to-clog-nullahs-across-mumbai>.
104. Ritch, Elaine, Carol Brennan, and Calum MacLeod. 2009. "Plastic Bag Politics: Modifying Consumer Behaviour for Sustainable Development." *International Journal of Consumer Studies* 33 (2): 168–74. <https://doi.org/10.1111/j.1470-6431.2009.00749.x>.
105. Pervin, Ismat Ara, Sheikh Mohammad Mahbubur Rahman, Mani Nepal, Abdul Kalam Enamul Haque, Humayun Karim, and Ganesh Dhakal. 2019. "Adapting to Urban Flooding: A Case of Two Cities in South Asia." *Water Policy* 22 (S1): 162–88. <https://doi.org/10.2166/wp.2019.174>.
106. Pervin, Ismat Ara, Sheikh Mohammad Mahbubur Rahman, Mani Nepal, Abdul Kalam Enamul Haque, Humayun Karim, and Ganesh Dhakal. 2019. "Adapting to Urban Flooding: A Case of Two Cities in South Asia." *Water Policy* 22 (S1): 162–88. <https://doi.org/10.2166/wp.2019.174>.
107. "Vector-Borne Diseases." European Centre for Disease Prevention and Control. <https://www.ecdc.europa.eu/en/climate-change/climate-change-europe/vector-borne-diseases>.
108. Githeko, A. K., S. W. Lindsay, U. E. Confalonieri, and J. A. Patz. 2000. "Climate Change and Vector-Borne Diseases: A Regional Analysis." *Bulletin of the World Health Organization* 78 (9): 1136–47.
109. Githeko, A. K., S. W. Lindsay, U. E. Confalonieri, and J. A. Patz. 2000. "Climate Change and Vector-Borne Diseases: A Regional Analysis." *Bulletin of the World Health Organization* 78 (9): 1136–47.
110. Roy-Dufresne, Emilie, Travis Logan, Julie A. Simon, Gail L. Chmura, and Virginie Millien. 2013. "Poleward Expansion of the White-Footed Mouse (*Peromyscus leucopus*) under Climate Change: Implications for the Spread of Lyme Disease." *PLOS ONE* 8 (11): e80724. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080724>.
111. Tian, Huai-Yu, Peng-Bo Yu, Angela D. Luis, Peng Bi, Bernard Cazelles, Marko Laine, Shan-Qian Huang, et al. 2015. "Changes in Rodent Abundance and Weather Conditions Potentially Drive Hemorrhagic Fever with Renal Syndrome Outbreaks in Xi'an, China, 2005–2012." *PLoS Neglected Tropical Diseases* 9 (3): e0003530. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003530>.
112. Mattah, Precious A. Dzorgbe, Godfred Futagbi, Leonard K. Amekudzi, Memuna M. Mattah, Dziedzorm K. de Souza, Worlasi D. Kartey-Attipoe, Langbong Bimi, and Michael D. Wilson. 2017. "Diversity in Breeding Sites and Distribution of Anopheles Mosquitoes in Selected Urban Areas of Southern Ghana." *Parasites & Vectors* 10 (1): 25. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1941-3>.
113. Mattah, P. a. D., G. Futagbi, L. K. Amekudzi, and M. M. Mattah. 2020. "Climate Variations, Urban Solid Waste Management and Possible Implications for Anopheles Mosquito Breeding in Selected Cities of Coastal Ghana." *West African Journal of Applied Ecology* 28 (1): 21–34. <https://doi.org/10.4314/wajae.v28i1>.
114. "Disease Prevention Through Vector Control: Guidelines for Relief Organisations." Oxfam Policy & Practice. <https://policy-practice.oxfam.org/resources/disease-prevention-through-vector-control-guidelines-for-relief-organisations-121159>.
115. Banerjee, Soumyajit, Gautam Aditya, and Goutam K Saha. 2013. "Household Disposables as Breeding Habitats of Dengue Vectors: Linking Wastes and Public Health." *Waste Management* 33 (1): 233–39. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.013>.
116. Rottier, Erik, and Margaret E. Ince. 2003. *Controlling and Preventing Disease: The Role of Water and Environmental Sanitation Interventions*. Loughborough University. https://repository.lboro.ac.uk/articles/book/Controlling_and_preventing_disease_The_role_of_water_and_environmental_sanitation_interventions/9585086/1.
117. Dieng, Hamady, Tomomitsu Satho, Fatimah Abang, Nur Khairatun Khadijah Binti Meli, Idris A. Ghani, Cirilo Nolasco-Hipolito, Hafijah Hakim, et al. 2017. "Sweet Waste Extract Uptake by a Mosquito Vector: Survival, Biting, Fecundity Responses, and Potential Epidemiological Significance." *Acta Tropica* 169 (May): 84–92. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.01.022>.
118. Rozendaal, Jan Arie, and World Health Organization. 1997. "Vector Control : Methods for Use by Individuals and Communities." World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/41968>; Rottier, Erik, and Margaret E. Ince. 2003. *Controlling and Preventing Disease: The Role of Water and Environmental Sanitation Interventions*. Loughborough University.
119. Banerjee, Soumyajit, Gautam Aditya, and Goutam K Saha. 2013. "Household Disposables as Breeding Habitats of Dengue Vectors: Linking Wastes and Public Health." *Waste Management* 33 (1): 233–39. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.013>.
120. Directorate-General for Environment (European Commission). 2011. *Soil :The Hidden Part of the Climate Cycle*. LU: Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2779/57794>.
121. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2013. "Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change." [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA.
122. "Climate Change, Impacts and Vulnerability in Europe 2016." 2017. Publication. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016>.
123. Staal, Arie, Ingo Fetzer, Lan Wang-Erlandsson, Joyce H. C. Bosmans, Stefan C. Dekker, Egbert H. van Nes, Johan Rockström, and Obbe A. Tuinenburg. 2020. "Hysteresis of Tropical Forests in the 21st Century." *Nature Communications* 11 (1): 4978. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18728-7>.
124. "Background Paper: Desertification in the EU." 2018. European Court of Auditors. <https://www.eca.europa.eu/en/Pages/DocItem.aspx?did=46244>.
125. Borrelli, Pasquale, David A. Robinson, Panos Panagos, Emanuele Lugato, Jae E. Yang, Christine Alewell, David Wuepper, Luca Montanarella, and Cristiano Balabio. 2020. "Land Use and Climate Change Impacts on Global Soil Erosion by Water (2015–2070)." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117 (36): 21994–1. <https://doi.org/10.1073/pnas.2001403117>.
126. Sulaeman, Dede, and Thomas Westhoff. 2020. "The Causes and Effects of Soil Erosion, and How to Prevent It," February. <https://www.wri.org/insights/causes-and-effects-soil-erosion-and-how-prevent-it>.
127. McEldowney, James. 2020. "EU Agricultural Policy

- and Climate Change." [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/651922/EPRS_BRI\(2020\)651922_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/651922/EPRS_BRI(2020)651922_EN.pdf).
128. Taiwo, Adewale M. 2011. "Composting as A Sustainable Waste Management Technique in Developing Countries." <https://doi.org/10.3923/jest.2011.93.102>.
 129. "Soil Organic Matter Matters." 2016. The agricultural European Innovation Partnership (EIP-AGRI). <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/news/soil-organic-matter-matters>.
 130. Cuneen, Gary. 2018. "Analysis of the Barriers and Opportunities for the Use of Compost in Agriculture." Seven Generations Ahead. https://hub.composting-council.org/wp-content/uploads/2021/08/Barriers_Opportunities_Use_of_Compost_Agriculture_2018.pdf.
 131. "Soil Organic Matter Matters." 2016. The agricultural European Innovation Partnership (EIP-AGRI). <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/news/soil-organic-matter-matters>.
 132. García-Gil, J., C. Plaza, P. Soler-Rovira, and A. Polo. 2000. "Long-Term Effects of Municipal Solid Waste Compost Application on Soil Enzyme Activities and Microbial Biomass." [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(00\)00165-6](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(00)00165-6).
 133. Morra, Luigi, Luca Pagano, Paola Iovieno, Daniela Baldantoni, and A. Alfani. 2010. "Soil and Vegetable Crop Response to Addition of Different Levels of Municipal Waste Compost under Mediterranean Greenhouse Conditions." <http://dx.doi.org/10.1051/agro/200904630> (September). <https://doi.org/10.1051/agro/2009046>.
 134. Ouedraogo, E., A. Mando, and N. P. Zombré. 2001. "Use of Compost to Improve Soil Properties and Crop Productivity under Low Input Agricultural System in West Africa." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 84 (3): 259-66. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00246-2](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00246-2).
 135. García-Gil, J., C. Plaza, P. Soler-Rovira, and A. Polo. 2000. "Long-Term Effects of Municipal Solid Waste Compost Application on Soil Enzyme Activities and Microbial Biomass." [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(00\)00165-6](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(00)00165-6).
 136. Rivero, Carmen, T. Chirenje, L. Q. Ma, and G. Martinez. 2004. "Influence of Compost on Soil Organic Matter Quality under Tropical Conditions." *Geoderma* 123 (3): 355-61. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.03.002>.
 137. Sarwar, G., H. Schmeisky, N. Hussain, S. Muhammad, M. Ibrahim, and E. Safdar. 2008. "Improvement of Soil Physical and Chemical Properties with Compost Application in Rice-Wheat Cropping System." *Pakistan Journal of Botany* (Pakistan).
 138. Sarwar, G., H. Schmeisky, N. Hussain, S. Muhammad, M. Ibrahim, and E. Safdar. 2008. "Improvement of Soil Physical and Chemical Properties with Compost Application in Rice-Wheat Cropping System." *Pakistan Journal of Botany* (Pakistan).
 139. Warman, P. R. 2005. "Soil Fertility, Yield and Nutrient Contents of Vegetable Crops after 12 Years of Compost or Fertilizer Amendments." *Biological Agriculture & Horticulture* 23 (1): 85-96. <https://doi.org/10.1080/01448765.2005.9755310>.
 140. Rainbow, Arnie, and F N Wilson Ma. 2002. "Composting for Soil Improvement in the United Kingdom." In 12th ISCO Conference, 5. <https://www.tucson.ars.ag.gov/isco/isco12/Volumell/CompostingforSoilImprovement.pdf>.
 141. Tong, Jing, Xiangyang Sun, Suyan Li, Bingpeng Qu, and Long Wan. 2018. "Reutilization of Green Waste as Compost for Soil Improvement in the Afforested Land of the Beijing Plain." *Sustainability* 10 (7): 2376. <https://doi.org/10.3390/su10072376>.
 142. Vermicomposting relies on earthworms and microorganisms to convert organic waste to nutritious soil amendments.
 143. Padmavathamma, Prabha K., Loretta Y. Li, and Usha R. Kumari. 2008. "An Experimental Study of Vermi-Biowaste Composting for Agricultural Soil Improvement." *Bioresource Technology* 99 (6): 1672-81. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.04.028>.
 144. Aggelides, S. M., and P. A. Londra. 2000. "Effects of Compost Produced from Town Wastes and Sewage Sludge on the Physical Properties of a Loamy and a Clay Soil." *Bioresource Technology* 71 (3): 253-59. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(99\)00074-7](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(99)00074-7).
 145. Annabi, M., S. Houot, C. Francou, M. Poitrenaud, and Y. Le Bissonnais. 2007. "Soil Aggregate Stability Improvement with Urban Composts of Different Maturities." *Soil Science Society of America Journal* 71 (2): 413-23. <https://doi.org/10.2136/sssaj2006.0161>.
 146. Lin, Weiwei, Manhong Lin, Hongyan Zhou, Hongmiao Wu, Zhaowei Li, and Wenxiong Lin. 2019. "The Effects of Chemical and Organic Fertilizer Usage on Rhizosphere Soil in Tea Orchards." *PLoS ONE* 14 (5): e0217018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217018>.
 147. Nwachukwu, O., and I. Pulford. 2008. "Comparative Effectiveness of Selected Adsorbent Materials as Potential Amendments for the Remediation of Lead-, Copper- and Zinc-contaminated Soil." <https://doi.org/10.1111/J.1475-2743.2007.00141.X>; Brown, Sally, Rufus L. Chaney, Judith G. Hallfrisch, and Qi Xue. 2003. "Effect of Biosolids Processing on Lead Bioavailability in an Urban Soil." *Journal of Environmental Quality* 32 (1): 100-108. <https://doi.org/10.2134/jeq2003.1000>.
 148. An Analysis of Composting As an Environmental Remediation Technology." 1998. U.S. EPA. https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/analpt_all.pdf.
 149. "An Analysis of Composting As an Environmental Remediation Technology." 1998. U.S. EPA. https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/analpt_all.pdf.
 150. "Erosion Control Uses - US Composting Council." US Composting Council. <https://www.compostingcouncil.org/page/CompostErosionControlUses>.
 151. "Compost Blankets." CalRecycle. <https://calrecycle.ca.gov/organics/compostmulch/toolbox/compostblankets>.
 152. "Compost Filter Socks." CalRecycle. <https://calrecycle.ca.gov/organics/compostmulch/toolbox/compostsock>.
 153. "Compost Filter Berms." 2019. U.S. EPA. <https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-11/bmp-compost-filter-berms.pdf>.
 154. Viaene, J., J. Van Lancker, B. Vandecasteele, K. Willekens, J. Bijttebier, G. Ruysschaert, S. De Neve, and B. Reubens. 2016. "Opportunities and Barriers to On-Farm Composting and Compost Application: A Case Study from Northwestern Europe." *Waste Management* 48 (February): 181-92. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.09.021>.
 155. Viaene, J., J. Van Lancker, B. Vandecasteele, K. Willekens, J. Bijttebier, G. Ruysschaert, S. De Neve,

- and B. Reubens. 2016. "Opportunities and Barriers to On-Farm Composting and Compost Application: A Case Study from Northwestern Europe." *Waste Management* 48 (February): 181–92. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.09.021>.
156. Lakhdar, Abdelbasset, Mokded Rabhi, Tahar Ghnaya, Francesco Montemurro, Naceur Jedidi, and Chedly Abdelly. 2009. "Effectiveness of Compost Use in Salt-Affected Soil." *Journal of Hazardous Materials* 171 (1): 29–37. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.05.132>.
157. Lakhdar, Abdelbasset, Mokded Rabhi, Tahar Ghnaya, Francesco Montemurro, Naceur Jedidi, and Chedly Abdelly. 2009. "Effectiveness of Compost Use in Salt-Affected Soil." *Journal of Hazardous Materials* 171 (1): 29–37. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.05.132>.
158. Lakhdar, Abdelbasset, Mokded Rabhi, Tahar Ghnaya, Francesco Montemurro, Naceur Jedidi, and Chedly Abdelly. 2009. "Effectiveness of Compost Use in Salt-Affected Soil." *Journal of Hazardous Materials* 171 (1): 29–37. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.05.132>.
159. García-Gil, J., C. Plaza, P. Soler-Rovira, and A. Polo. 2000. "Long-Term Effects of Municipal Solid Waste Compost Application on Soil Enzyme Activities and Microbial Biomass." [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(00\)00165-6](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(00)00165-6).
160. Aulinas Masó, Montserrat, and August Bonmatí Blasi. 2008. "Evaluation of Composting as a Strategy for Managing Organic Wastes from a Municipal Market in Nicaragua." *Bioresource Technology, Exploring Horizons in Biotechnology: A Global Venture*, 99 (11): 5120–24. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.09.083>; Van Fan, Y., Lee, C. T., Klemeš, J. J., Bong, C. P. C., & Ho, W. S. (2016). Van Fan, Yee, Chew Tin Lee, Jiří Jaromír Klemeš, Cassendra Phun Chien Bong, and Wai Shin Ho. 2016. "Economic Assessment System towards Sustainable Composting Quality in the Developing Countries." *Clean Technologies and Environmental Policy* 18 (8): 2479–91. <https://doi.org/10.1007/s10098-016-1209-9>.
161. Petrlik, Jindrich, and Lee Bell. 2020. "Toxic Ash Poisons our Food Chain." IPEN. <https://ipen.org/documents/toxic-ash-poisons-our-food-chain>
162. Rotmans, Jan, and Derk Loorbach. 2009. "Complexity and Transition Management." *Journal of Industrial Ecology* 13 (2): 184–96. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2009.00116.x>.
163. Ayers, Jessica M., and Saleemul Huq. 2009. "The Value of Linking Mitigation and Adaptation: A Case Study of Bangladesh." *Environmental Management* 43 (5): 753–64. <https://doi.org/10.1007/s00267-008-9223-2>.
164. O'Neill, Kate. 2018. "Linking Wastes and Climate Change: Bandwagoning, Contention, and Global Governance." *WIREs Clim Change* 10 (2). <https://doi.org/10.1002/wcc.568>
165. Scheinberg, Anne, Sandra Spies, Michael H. Simpson, and Arthur P. J. Mol. 2011. "Assessing Urban Recycling in Low- and Middle-Income Countries: Building on Modernised Mixtures." *Habitat International* 35 (2): 188–98. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2010.08.004>
166. Este capítulo sigue el modelo presentado por: Mayrhofer, Jan P., and Joyeeta Gupta. 2016. "The Science and Politics of Co-Benefits in Climate Policy." *Environmental Science & Policy* 57 (March): 22–30. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.11.005>.
167. Ma, Shijun, Chuanbin Zhou, Jingjin Pan, Guang Yang, Chuanlian Sun, Yijie Liu, Xinchuang Chen, and Zhilan Zhao. 2022. "Leachate from Municipal Solid Waste Landfills in a Global Perspective: Characteristics, Influential Factors and Environmental Risks." *Journal of Cleaner Production* 333 (January): 130234. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130234>; Białowicz, Jan Stefan, Wioletta Rogula-Kozłowska, and Adam Krasuski. 2021. "Contribution of Landfill Fires to Air Pollution – An Assessment Methodology." *Waste Management* 125 (April): 182–91. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.02.046>; "Pollution and Health Impacts of Waste-to-Energy Incineration." 2019. Global Alliance for Incinerator Alternatives. https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Pollution-Health_final-Nov-14-2019.pdf.
168. García-Pérez, Javier, Gonzalo López-Abente, Adela Castelló, Mario González-Sánchez, and Pablo Fernández-Navarro. 2015. "Cancer Mortality in Towns in the Vicinity of Installations for the Production of Cement, Lime, Plaster, and Magnesium Oxide." *Chemosphere* 128 (June): 103–10. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.01.020>; "The True Toxic Toll: Biomonitoring of incineration emissions." 2021. Zero Waste Europe; "Hidden emissions: A story from the Netherlands Case Study." 2018. Zero Waste Europe and Toxico Watch; "The not-that-well hidden risks of incineration: the case of the Danish Norfors Plant." 2019. Zero Waste Europe and Toxico Watch.
169. Baptista, Ana Isabel, and Adrienne Perovich. 2019. "U.S. Municipal Solid Waste Incinerators: An Industry in Decline." *The New School Tishman Environment and Design Center*. <https://www.no-burn.org/u-s-municipal-solid-waste-incinerators-an-industry-in-decline>.
170. "Pollution and Health Impacts of Waste-to-Energy Incineration." 2019. Global Alliance for Incinerator Alternatives. https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Pollution-Health_final-Nov-14-2019.pdf.
171. Lundqvist, Christofer, Moniek Zuurbier, Marika Leijns, Carolina Johansson, Sandra Ceccatelli, Margaret Saunders, Greet Schoeters, Gavin ten Tusscher, and Janna G. Koppe. 2006. "The Effects of PCBs and Dioxins on Child Health." *Acta Paediatrica (Oslo, Norway: 1992)*. Supplement 95 (453): 55–64. <https://doi.org/10.1080/08035320600886257>; Winneke, Gerhard, Ulrich Ranft, Jürgen Wittsiede, Monika Kasper-Sonnenberg, Peter Fürst, Ursula Krämer, Gabriele Seitner, and Michael Wilhelm. 2014. "Behavioral Sexual Dimorphism in School-Age Children and Early Developmental Exposure to Dioxins and PCBs: A Follow-Up Study of the Duisburg Cohort." *Environmental Health Perspectives* 122 (3): 292–98. <https://doi.org/10.1289/ehp.1306533>.
172. Petrlik, Jindrich, and Ralph Anthony Ryder. 2015. "After Incineration: The Toxic Ash Problem." *International Pollution Elimination Network*. https://ipen-china.org/sites/default/files/documents/After_incineration_the_toxic_ash_problem_2015.pdf.
173. Petrlik, Jindrich, and Ralph Anthony Ryder. 2015. "After Incineration: The Toxic Ash Problem." *International Pollution Elimination Network*. https://ipen-china.org/sites/default/files/documents/After_incineration_the_toxic_ash_problem_2015.pdf.
174. Coutinho, Miguel, Margaret Pereira, and Carlos Borrego. 2004. "Air Quality Impact of the Shut-down of a Hospital Waste Incinerator in the Oporto Region."
175. Wakefield, Faith. 2022. "Top 25 Recycling Facts and Statistics for 2022." *World Economic Forum*. June 22, 2022. <https://www.weforum.org/agenda/2022/06/recycling-global-statistics-facts-plastic-paper>.
176. Martchek, Kenneth. 2006. "Modelling More Sustainable Aluminium (4 Pp)." *The International Journal of Life*

- Cycle Assessment 11(1): 34–37. <https://doi.org/10.1065/lca2006.01.231>.
177. Martchek, Kenneth. 1997. "Life Cycle Benefits, Challenges, and the Potential of Recycled Aluminum."
 178. Geyer, Roland, Jenna R. Jambeck, and Kara Lavender Law. 2017. "Production, Use, and Fate of All Plastics Ever Made." *Science Advances* 3 (7): e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>.
 179. Lau, Winnie W. Y., Yonathan Shiran, Richard M. Bailey, Ed Cook, Martin R. Stuchtey, Julia Koskella, Costas A. Velis, et al. 2020. "Evaluating Scenarios toward Zero Plastic Pollution." *Science* 369 (6510): 1455–61. <https://doi.org/10.1126/science.aba9475>.
 180. Huerta Lwanga, Esperanza, Jorge Mendoza Vega, Victor Ku Quej, Jesus de los Angeles Chi, Lucero Sanchez del Cid, Cesar Chi, Griselda Escalona Segura, et al. 2017. "Field Evidence for Transfer of Plastic Debris along a Terrestrial Food Chain." *Scientific Reports* 7(1): 14071. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14588-2>.
 181. Chae, Yooeun, and Youn-joo An. 2018. "Current Research Trends on Plastic Pollution and Ecological Impacts on the Soil Ecosystem: A Review." *Environmental Pollution* 240 (September): 387–95. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.05.008>.
 182. Souza Machado, Anderson Abel de, Werner Kloas, Christiane Zarfl, Stefan Hempel, and Matthias C. Rillig. 2018. "Microplastics as an Emerging Threat to Terrestrial Ecosystems." *Global Change Biology* 24 (4): 1405–16. <https://doi.org/10.1111/gcb.14020>.
 183. Borrelle, Stephanie B., Jeremy Ringma, Kara Lavender Law, Cole C. Monnahan, Laurent Lebreton, Alexis McGivern, Erin Murphy, et al. 2020. "Predicted Growth in Plastic Waste Exceeds Efforts to Mitigate Plastic Pollution." *Science* 369 (6510): 1515–18. <https://doi.org/10.1126/science.aba3656>.
 184. Geyer, Roland, Jenna R. Jambeck, and Kara Lavender Law. 2017. "Production, Use, and Fate of All Plastics Ever Made." *Science Advances* 3 (7): e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>. Note: this estimate includes high rates of growth in the 1950s and 1960s. In recent decades, the growth rate is 3.5–4% per year. "The New Plastics Economy: Rethinking the Future of Plastics." 2016. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/reports/the-new-plastics-economy-rethinking-the-future-of-plastics>.
 185. Ellen Macarthur Foundation. 2017. "The New Plastics Economy: Rethinking The Future of Plastics and Catalysing Action." https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/NPEC-Hybrid_English_22-11-17_Digital.pdf.
 186. Favoino, Enzo, and Dominic Hogg. 2008. "The Potential Role of Compost in Reducing Greenhouse Gases." *Waste Management & Research* 26 (1): 61–69. <https://doi.org/10.1177/0734242X08088584>.
 187. "Global Land Outlook 2nd Edition." 2022. UNCCD. April 27, 2022. <https://www.unccd.int/resources/global-land-outlook/glo2>.
 188. Favoino, Enzo, and Dominic Hogg. 2008. "The Potential Role of Compost in Reducing Greenhouse Gases." *Waste Management & Research* 26 (1): 61–69. <https://doi.org/10.1177/0734242X08088584>.
 189. Ribeiro-Broomhead, John, and Neil Tangri. 2020. "Zero Waste and Economic Recovery: The Job Creation Potential of Zero Waste Solutions." Global Alliance for Incinerator Alternatives. <http://zerowasteworld.org/zerowastejobs>.
 190. "Wastepickers to Robust Entrepreneurs: Creating Stories of Change." 2016. Hasiru Dala. https://hasirudala.in/wp-content/uploads/2020/09/HD_Annual_Report_2015-16-1.pdf.
 191. "San Francisco Annual Rate Report." 2021. Recology Sunset Scavenger, Recology Golden Gate, Recology San Francisco. <https://www.sfpublicworks.org/sites/default/files/Ry2021%20Q4%20Report%20%2006132022.pdf>.
 192. "Cleaning Up Waste and Recycling Management and Securing the Benefits: A Blueprint for Cities." 2015. The Los Angeles Alliance for a New Economy. <http://laane.org/wp-content/uploads/2017/06/Cleaning-Up-Waste-1.pdf>.
 193. The Waste Group. <http://www.wastegroup.co.za/recycling-services>
 194. En inglés, se utiliza la sigla TPY: "toneladas por año". Se entiende que el número de toneladas en todos estos ejemplos es anual.
 195. Dayrit, Felicia, Anne Larracas, and Gigie Cruz. 2019. "Picking Up the Baton: Political Will Key to Zero Waste." Global Alliance for Incinerator Alternatives. <https://zerowasteworld.org/wp-content/uploads/San-Fernando-1107.pdf>.
 196. vRecycle Who We Are. "https://vrecycle.in/about_us/who-we-are"; "Only 1% Of Garbage Is Trash: This Man Shows The Way To A Zero-Waste Goa." 2017. The Logical Indian. <https://thelogicalindian.com/exclusive/zero-waste-go/>.
 197. Danielson, Joi. 2020. "Leave No Trace: Vital Lessons from Pioneering Organisations on the Frontline of Waste and Ocean Plastic | Green Growth Knowledge Platform." Vital Ocean/SYSTEMIQ, TriCiclos, and Hasiru Dala. <https://www.greengrowthknowledge.org/research/leave-no-trace-vital-lessons-pioneering-organisations-frontline-waste-and-ocean-plastic>.
 198. "Cleaning Up Waste and Recycling Management and Securing the Benefits: A Blueprint for Cities." 2015. The Los Angeles Alliance for a New Economy. <http://laane.org/wp-content/uploads/2017/06/Cleaning-Up-Waste-1.pdf>.
 199. Moon, Doun. 2021. "The High Cost of Waste Incineration." Global Alliance for Incinerator Alternatives. <https://zerowasteworld.org/beyondrecovery>.
 200. Rosa, Ferran. 2016. "The Story of Parma." Zero Waste Europe. <https://zerowasteurope.eu/library/the-story-of-parma>.
 201. Simon, Joan Marc. 2015. "The Story of Contarina." Zero Waste Europe. <https://zerowasteurope.eu/library/the-story-of-contarina>.
 202. Dayrit, Felicia, Anne Larracas, and Gigie Cruz. 2019. "Picking Up the Baton: Political Will Key to Zero Waste." Global Alliance for Incinerator Alternatives. <https://zerowasteworld.org/wp-content/uploads/San-Fernando-1107.pdf>.
 203. Liamzon, Catherine. 2019. "Sunshine After the Storm: A Typhoon-Ravaged City Rises to Become Zero Waste." Zero Waste Cities Asia. Global Alliance for Incinerator Alternatives. <https://zerowasteworld.org/wp-content/uploads/Tacloban.pdf>.
 204. "Zero Waste Cities savings calculator." Zero Waste Europe. <https://zerowastecities.eu/academy/savings-calculator>.
 205. "Ekologi Brez Meja." Zero Waste Europe. <https://zerowasteurope.eu/member/ekologi-brez-meja>.
 206. Moon, Doun. 2021. "The High Cost of Waste Incineration." Global Alliance for Incinerator Alternatives. <https://ze->

rowasteworld.org/beyondrecovery.

- 207.** Baptista, Ana Isabel, and Adrienne Perovich. 2019. "U.S. Municipal Solid Waste Incinerators: An Industry in Decline." The New School Tishman Environment and Design Center. <https://www.no-burn.org/u-s-municipal-solid-waste-incinerators-an-industry-in-decline>.
- 208.** Jofra Sora, Marta. 2013. "Incineration Overcapacity and Waste Shipping in Europe: The End of the Proximity Principle?" Global Alliance for Incinerator Alternatives. <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Overcapacity-report-2013.pdf>.
- 209.** Ravishankara, A. R., Johan C. I. Kuylenstierna, Eleni Michalopoulou, Lena Höglund-Isaksson, Yuqiang Zhang, Karl Seltzer, Muye Ru, et al. 2021. Global Methane Assessment: Benefits and Costs of Mitigating Methane Emissions. Nairobi: United Nations Environment Programme.
- 210.** Cooper, Michael. 2010. "Lost Bet on Incinerator Leaves Harrisburg in the Red." The New York Times, May 20, 2010. <https://www.nytimes.com/2010/05/21/us/21harrisburg.html>.
- 211.** Corvellec, Hervé, María José Zapata Campos, and Patrik Zapata. 2013. "Infrastructures, Lock-in, and Sustainable Urban Development: The Case of Waste Incineration in the Göteborg Metropolitan Area." Journal of Cleaner Production, Special Issue: Advancing sustainable urban transformation, 50 (July): 32–39. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.009>.
- 212.** "Community Tools for Anti-Incineration Organizing." 2021. Global Alliance for Incinerator Alternatives. <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2021/12/Al-Tool-kit-v5.pdf>.
- 213.** "Why Oppose Incineration." United Kingdom without Incineration Network. <https://ukwin.org.uk/oppose-incineration>.
- 214.** Moon, Doun. 2021. "The High Cost of Waste Incineration." Global Alliance for Incinerator Alternatives. <https://zerowasteworld.org/beyondrecovery>.
- 215.** Kaza, Silpa, Lisa C. Yao, Perinaz Bhada-Tata, and Frank Van Woerden. 2018. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Washington, DC: World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/30317/2113290v.pdf>
- 216.** Ravishankara, A. R., Johan C. I. Kuylenstierna, Eleni Michalopoulou, Lena Höglund-Isaksson, Yuqiang Zhang, Karl Seltzer, Muye Ru, et al. 2021. Global Methane Assessment: Benefits and Costs of Mitigating Methane Emissions. Nairobi: United Nations Environment Programme.
- 217.** "Ministry of Environment, Forest and Climate Change notification." 2016. Government of India Ministry of Environment, Forest and Climate Change. https://cpceb.nic.in/uploads/MSW/SWM_2016.pdf
- 218.** Eunomia. 2020. "Packaging Free Shops in Europe. An Initial Report." Zero Waste Europe and Reseau Vrac. https://zerowasteurope.eu/wp-content/uploads/2020/06/2020_06_30_zwe_pfs_executive_study.pdf.
- 219.** Ellen Macarthur Foundation. 2017. "The New Plastics Economy: Rethinking The Future of Plastics and Catalysing Action." https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/NPEC-Hybrid_English_22-11-17_Digital.pdf.
- 220.** Vilella, M. (2021). New Business Models Cutting Back Plastic Waste. Sustainable Consumption Institute, University of Manchester, UK.
- 221.** Closed Loop and Ideo. 2021. "Bringing Reusable Packaging Systems to Life Lessons Learned from Testing Reusable Cups." https://www.closedlooppartners.com/wp-content/uploads/2021/01/CLP_Bringing-Reusable-Packaging-Systems-to-Life.pdf.
- 222.** Thrän, Daniela, Martin Dotzauer, Volker Lenz, Jan Liebetrau, and Andreas Ortwein. 2015. "Flexible Bioenergy Supply for Balancing Fluctuating Renewables in the Heat and Power Sector—a Review of Technologies and Concepts." Energy, Sustainability and Society 5 (1): 35. <https://doi.org/10.1186/s13705-015-0062-8>; "Using Quality Anaerobic Digestate to Benefit Crops." 2012. Waste & Resources Action Programme. <https://www.nutrientmanagement.org/using-quality-digestate-to-benefit-crops>.
- 223.** Converting Waste into Cooking Gas in Low-Income Communities." 2021. Community Partners International. 2021. <https://www.cpintl.org/field-notes-updates/converting-waste-into-cooking-gas-in-low-income-communities>.
- 224.** Samson, Melanie. 2010. "Reclaiming Reusable and Recyclable Materials in Africa – A Critical Review of English Language Literature." WIEGO Working Paper (Urban Policies) No. 16. Women in Informal Employment: Globalizing and Organizing. <https://www.wiego.org/publications/reclaiming-reusable-and-recyclable-materials-africa-critical-review-english-language-li>.
- 225.** Mpanang'ombe, Wrixon, Adrian Mallory, and Elizabeth Tilley. 2021. "Poverty, Politics and Plastic: Organic Waste Sorting in Blantyre's Public Markets." Journal of Urban Management 10 (3): 192–204. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2021.05.001>; Kasinja, Cidrick, and Elizabeth Tilley. 2018. "Formalization of Informal Waste Pickers' Cooperatives in Blantyre, Malawi: A Feasibility Assessment." Sustainability 10 (April): 1149. <https://doi.org/10.3390/su10041149>; Oteng-Ababio, Martin. 2012. "The Role of the Informal Sector in Solid Waste Management in the Gama, Ghana: Challenges and Opportunities." Tijdschrift Voor Economische En Sociale Geografie 103 (September). <https://doi.org/10.1111/j.1467-9663.2011.00690.x>; Scheinberg, A., S. Spies, M. H. Simpson, and A. P. J. Mol. 2011. "Assessing Urban Recycling in Low- and Middle-Income Countries: Building on Modernised Mixtures." Habitat International 35 (2): 188–98. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2010.08.004>. Regenerative Agriculture around São Paulo: Connect the Dots." <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-examples/connect-the-dots>.
- 226.** Informal economy." 2020. Women in Informal Employment: Globalizing and Organizing. <https://www.wiego.org/informal-economy>
- 227.** Morais, Jandira, Glen Corder, Artem Golev, Lynda Lawson, and Saleem Ali. 2022. "Global Review of Human Waste-Picking and Its Contribution to Poverty Alleviation and a Circular Economy." Environmental Research Letters 17 (6): 063002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac6b49>
- 228.** Morais, Jandira, Glen Corder, Artem Golev, Lynda Lawson, and Saleem Ali. 2022. "Global Review of Human Waste-Picking and Its Contribution to Poverty Alleviation and a Circular Economy." Environmental Research Letters 17 (6): 063002.
- 229.** Salazar, Marlet. 2019. "Route to Zero Waste: A Flood-Prone City Shows How It's Done." Zero Waste Cities Asia. Global Alliance for Incinerator Alternatives.

230. Jones, Sarah K., Nadia Bergamini, Francesca Beggi, Didier Lesueur, Barbara Vinceti, Arwen Bailey, Fabrice A. DeClerck, et al. 2022. "Research Strategies to Catalyze Agroecological Transitions in Low- and Middle-Income Countries." *Sustainability Science*, June. <https://doi.org/10.1007/s11625-022-01163-6>.
231. Mpanangombe, Wrixon, Adrian Mallory, and Elizabeth Tilley. 2021. "Poverty, Politics and Plastic: Organic Waste Sorting in Blantyre's Public Markets." *Journal of Urban Management* 10 (3): 192–204. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2021.05.001>.
232. Barré, Juliette. 2015. "Waste market in urban Malawi." Second cycle, A2E. Uppsala: SLU, Dept. of Urban and Rural Development. January 7, 2015. <https://stud.epslu.se/7550>; Dijk, Meine van. 2008. "Urban Management and Institutional Change: An Integrated Approach to Achieving Ecological Cities," January.
233. Regenerative Agriculture around São Paulo: Connect the Dots." <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-examples/connect-the-dots>.
234. São Paulo Tackles Organic Waste | Climate & Clean Air Coalition." 2019. April 12, 2019. <https://www.ccacoalition.org/en/news/s%C3%A3o-paulo-tackles-organic-waste>.
235. "São Paulo composta e cultivada." Instituto Pólis. <https://polis.org.br/projeto/sp-composta-cultiva>.
236. "São paulo composta e cultivada." Instituto Pólis. <https://polis.org.br/projeto/sp-composta-cultiva>.
237. Barboza, Luís Gabriel Antão, A. Dick Vethaak, Beatriz R. B. O. Lavorante, Anne-Katrine Lundebye, and Lúcia Guilhermino. 2018. "Marine Microplastic Debris: An Emerging Issue for Food Security, Food Safety and Human Health." *Marine Pollution Bulletin* 133 (August): 336–48. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.047>.
238. Peixoto, Diogo, Carlos Pinheiro, João Amorim, Luís Oliva-Teles, Lúcia Guilhermino, and Maria Natividade Vieira. 2019. "Microplastic Pollution in Commercial Salt for Human Consumption: A Review." *Estuarine Coastal and Shelf Science* 219 (April): 161–68. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.02.018>.
239. Barboza, Luís Gabriel Antão, A. Dick Vethaak, Beatriz R. B. O. Lavorante, Anne-Katrine Lundebye y Lúcia Guilhermino. 2018. "Desechos microplásticos marinos: Un problema emergente para la seguridad alimentaria, la seguridad de los alimentos y la salud humana". *Boletín de Contaminación Marina* 133 (agosto): 336–48. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.047.8>.
240. Peixoto, Diogo, Carlos Pinheiro, João Amorim, Luís Oliva-Teles, Lúcia Guilhermino y Maria Natividade Vieira. 2019. "Contaminación por microplásticos en la sal comercial para consumo humano: A Review". *Estuarine Coastal and Shelf Science* 219 (abril): 161–68. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.02.018>.
241. Simoneau, Catherine, Barbara Raffael, Simone Garbin, Eddo Hoekstra, Anja Mieth, LOPES João Filipe Alberto, and Vittorio Reina. 2017. "Non-Harmonised Food Contact Materials in the EU: Regulatory and Market Situation: Baseline study: final report." JRC Publications Repository. January 17, 2017. <https://doi.org/10.2788/234276>.
242. "Impact of EDCs on Hormone-Sensitive Cancer." Endocrine Society. <https://www.endocrine.org/topics/edc/what-edcs-are/common-edcs/cancer>.
243. Trivedi, Bijal P. 2021. "The Everyday Chemicals That Might Be Leading Us to Our Extinction - The New York Times." *The New York Times*, March 5, 2021. <https://www.nytimes.com/2021/03/05/books/review/shanna-swan-count-down.html>.
244. Nielsen, Pia Juul. 2021. "Hormone Disrupting Chemicals May Also Harm Children's Brains - Scientists Call for Action." CHEM Trust (blog). May 12, 2021. https://chemtrust.org/edcs_brain_development.
245. Trasande, Leonardo, R. Thomas Zoeller, Ulla Hass, Andreas Kortenkamp, Philippe Grandjean, John Peterson Myers, Joseph DiGangi, et al. 2015. "Estimating Burden and Disease Costs of Exposure to Endocrine-Disrupting Chemicals in the European Union." *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 100 (4): 1245–55. <https://doi.org/10.1210/jc.2014-4324>.
246. Calil, Juliano, Marce Gutiérrez-Graudiņš, Steffanie Munguía, and Christopher Chin. 2021. "Neglected- Environmental Justice Impacts of Marine Litter and Plastic Pollution." United Nations Environment Programme. <https://www.unep.org/resources/report/neglected-environmental-justice-impacts-marine-litter-and-plastic-pollution>.
247. "Why Oppose Incineration." United Kingdom without Incineration Network. <https://ukwin.org.uk/oppose-incineration>.
248. Clay, Oliver. 2017. "In the Shadow of the UK's Biggest Incinerator - Part Two." *Liverpool Echo*, January 5, 2017. <http://www.liverpoolecho.co.uk/incoming/shadow-uks-biggest-incinerator-part-12406245>; Barbara. "Health Fears over Runcorn Incinerator." *Runcorn and Widnes World*. <https://www.runcornandwidnesworld.co.uk/news/11753701.health-fears-over-runcorn-incinerator>.
249. <https://www.derbytelegraph.co.uk/news/derby-news/residents-slam-controversial-waste-plant-2021845>; Reid, Nick. 2018. "Residents Say Derby Incinerator That 'smells of Rotten Food' Should Be Shut." *Derbyshire Live*, September 19, 2018. <https://www.derbytelegraph.co.uk/news/derby-news/residents-slam-controversial-waste-plant-2021845>; Hawley, Zena. 2018. "Foul Smells from Sinfín Waste Plant Still Tormenting Residents after Almost a Year." *Derbyshire Live*, June 9, 2018. <https://www.derbytelegraph.co.uk/news/derby-news/smell-sinfín-derby-waste-plant-1641728>.
250. Ellison, Garret. 2020. "Toxic Waste Fixer Rises from Incinerator Shadow as Source of Stink in Detroit." *Mlive*, September 27, 2020. <https://www.mlive.com/public-interest/2020/09/toxic-waste-fixer-rises-from-incinerator-shadow-as-source-of-stink-in-detroit.html>.
251. Baptista, Ana Isabel, and Adrienne Perovich. 2019. "U.S. Municipal Solid Waste Incinerators: An Industry in Decline." *The New School Tishman Environment and Design Center*. <https://www.no-burn.org/u-s-municipal-solid-waste-incinerators-an-industry-in-decline>.
252. "Beyond Recovery: A Zero Waste Future for Thriving Families and Communities." 2021. Global Alliance for Incinerator Alternatives. <https://www.no-burn.org/beyondrecovery>

6.

Pipe
Composting

Apéndice: Datos y metodología

@Doun Moon

Visite www.no-burn.org/zwze-data-and-methodology para obtener notas detalladas sobre las fuentes de datos y la metodología del análisis.

Agradecimientos

Informe escrito por Neil Tangri, Mariel Viella, Doun Moon, y Natasha Naayem con la ayuda de Cat Diggs y John Ribeiro-Broomhead. El cálculo de la posible reducción de emisiones de gases de efecto invernadero es de Neil Tangri con la ayuda de John Ribeiro-Broomhead, en base a la herramienta 'Carbon Calculator for Zero Waste Projects' desarrollada por inédit para Mission Zero Academy.

Edición: Natasha Naayem, Doun Moon, Neil Tangri, Claire Arkin, Agnes Mampusti

Revisión: Ambily Adithyan, Cecilia Allen, Claire Arkin, Sonia Astudillo, Zoë Beery, Sherma Benosa, Magdalena Donoso, Jack McQuibban, Tok Oyewole, Yobel Novian Putra, Janek Vähk, Mariel Viella, Monica Wilson

Diseño: Francesca Tabasso, Carlo Emilio Zummo

Comunicaciones: Claire Arkin and Agnes Mampusti (*GAIA*), Amy Barry, Cora Bauer, Nick Colwill (*Di:ga*)

Este informe no hubiese sido posible sin el arduo trabajo de muchas personas de distintas partes del mundo. Reconocemos y agradecemos los aportes de datos, conocimiento, y perspectiva entregados para los estudios de caso a nivel de ciudad de:

- **Temuco:** Alejandra Parra (*Red de Acción por los Derechos Ambientales*)
- **São Paulo:** Victor Hugo Argentino (*Instituto Pólis*)
- **Dar es Salaam:** Ana Rocha, Abdallah Mikulu, Marco Dotto, Shishikaye Wilyhard (*Nipe Fagio*)
- **Bandung:** David Sutasurya, Fictor Ferdinand, Nur Septiani Hayati, Viqrisyam Rizky Yuniarta (*Yaksa Pelestari Bumi Berkelanjutan*)
- **Seoul:** Mi-hwa Kim (*Korea Zero Waste Movement Network*)
- **eThekweni (Durban):** Kira Erwin, Tamlynn Fleetwood and Dr Tanya Dayaram (*Urban Futures Centre, Durban University of Technology*).
- **Detroit:** Cat Diggs (author). See the list of 40 persons who contributed to data collection and scenario development [here](#)
- **Lviv:** Iryna Myronova (*Zero Waste Lviv*)

Este informe fue en gran parte posible gracias al financiamiento de UMI Fund. Las opiniones expresadas en esta publicación no reflejan necesariamente las de UMI Fund. Está permitida la reproducción de este informe o de sus partes con fines no comerciales, siempre que se cite la fuente. La reproducción para la venta o con fines comerciales está prohibida sin la previa autorización por escrito del titular de los derechos de autor.

Disponible en línea en: no-burn.org/zerowaste-zero-emissions

DOI: www.doi.org/10.46556/MSTV3095

Patrocinadores:

Dr. Atiq Zaman (Zero Waste Expert, Curtin University Sustainability Policy Institute, School of Design and the Built Environment, Curtin University, Western Australia)

Dr. Alejandro Gallego Schmid (Co-Lead of the Tyndall Centre's Reaching Zero Emissions Theme, and Senior Lecturer in Circular Economy and Life Cycle Sustainability Assessment at the University of Manchester (the UK))

Janez Potočnik (Co-Chair of the International Resource Panel of the UN Environment Programme, former European Commissioner for the Environment)

Ken Alex (Director Project Climate at the UC Berkeley Center for Law, Energy, and Environment)

Dr. Ana Baptista (Associate Professor of Professional Practice, Environmental Policy & Sustainability Management Program Co-Director, Tishman Environment & Design Center (TEDC))

Alexa Kielty (Senior Coordinator | Residential Zero Waste San Francisco Department of the Environment)

Jack Macy (Zero Waste Manager San Francisco Environment Department)

Frank Hornstein (State Representative Minneapolis Minnesota)

Xuan Quach (National Coordinator Vietnam Zero Waste Alliance)

Sonia Mendoza Chairman (Mother Earth Foundation, Philippines Roshan Rai Core Member Zero Waste Himalaya)

Lucía Fernández (Waste-pickers Global Coordinator, WIEGO Institute of Urban Studies and Territory, Faculty of Architecture, Design and Urbanism Universidad de la República, Uruguay)

Dr. Jorge Emmanuel (Adjunct Professor of Environmental Science and of Engineering, Silliman University)

Trisia Farrelly (Associate Professor, Political Ecology Research Centre, Massey University, Aotearoa New Zealand)

K. Malulani Castro (Graduate Student Instructor, The University of Michigan's School for Environment and Sustainability)

Chuck Stiles (Solid Waste & Recycling Division Director, Teamsters)



©2022 Global Alliance for Incinerator Alternatives
1958 University Avenue, Berkeley, CA 94704, USA
www.no-burn.org



©2022 Global Alliance for Incinerator Alternatives
1958 University Avenue, Berkeley, CA 94704, USA
www.no-burn.org