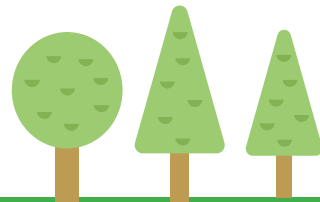
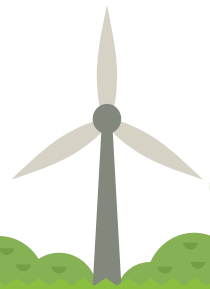
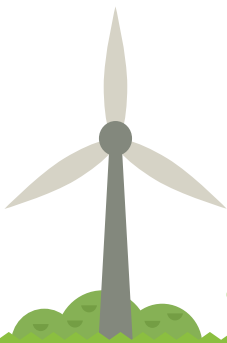




Programa País  
**CARBONO  
NEUTRALIDAD** 2.0  
Oficial del Gobierno de Costa Rica



**Portafolio de Acciones de  
Mitigación de Emisiones de  
Gases de Efecto Invernadero a  
Escala Cantonal de Costa Rica**  
**Tema: Gestión de los residuos**

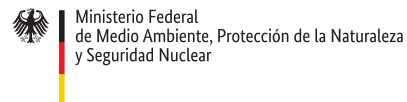




Con el apoyo de:



Por encargo de:



de la República Federal de Alemania



El presente documento ha sido elaborado por la Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica, con apoyo del Centro para la Sostenibilidad Urbana, la Cooperación alemana para el desarrollo GIZ por encargo del Gobierno alemán, la fundación Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible, el Banco Mundial y UNEP DTU Partnership.

### **Versión de este documento:**

Este documento corresponde a la versión 2 del Portafolio de Acciones de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero a Escala Cantonal de Costa Rica. Tema: Gestión de Residuos.

### **Equipo consultor:**

La elaboración de este documento estuvo a cargo de la Ing. Jessie Vega Méndez y la Ing. Karla Gutiérrez Solano del Área de Acción Climática del Centro para la Sostenibilidad Urbana.

### **Coordinación y revisión técnica:**

Ing. Laura Mora Mora, Equipo Técnico PMR – Costa Rica.  
Dra. Daniela García Sánchez, Asesora Técnica de GIZ.

## Revisión de estilo:

Ann Kathrin Schloenvoigt, Asesora de comunicación de GIZ.

## Gobierno locales involucrados como partes interesadas durante el proceso:

- Municipalidad de San José
- Municipalidad de Belén
- Municipalidad de La Unión
- Municipalidades de Desamparados
- Municipalidad de Golfito
- Concejo de Distrito de Monteverde
- Municipalidad de Cañas
- Municipalidad de Santa Cruz
- Municipalidad de Nicoya
- Municipalidad de Parrita
- Municipalidad de Quepos
- Municipalidad de Pérez Zeledón
- Municipalidad de Osa
- Municipalidad de Goicoechea
- Municipalidad de Montes de Oca
- Municipalidad de Cartago
- Municipalidad de Oreamuno
- Municipalidad de San Ramón
- Municipalidad de San Carlos
- Municipalidad de Pococí

## ACRÓNIMOS

- CGR: Contraloría General de la República
- CEGESTI: Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial
- DCC: Dirección de Cambio Climático
- GAM: Gran Área Metropolitana
- GEI: Gases de Efecto Invernadero
- GIRS: Gestión Integral de Residuos Sólidos
- MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía
- ENSRVR: Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos

# RESUMEN EJECUTIVO

**E**l presente documento titulado “Portafolio de Acciones de Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a Escala Cantonal de Costa Rica sobre Gestión de Residuos” es una herramienta que le permitirá a los cantones y los distritos que deseen participar de la categoría cantonal del Programa País Carbono Neutralidad al establecimiento de sus acciones de mitigación.

Cada acción propuesta se compone de la descripción de la acción, los beneficios de su implementación, las consideraciones técnicas, la información de línea base, los actores mínimos a involucrar, las referencias y normativa nacional de consulta para el diseño, implementación y evaluación de cada acción.

La guía se estructura en tres partes, una primera parte de conceptualización sobre los principios de la gestión integral de residuos, una segunda parte en donde se describe detalladamente cada acción propuesta con ejemplos de su implementación en algunas ciudades del país, y, finalmente, una tercera parte en donde se abordan los indicadores de seguimiento sugeridos para cada acción.

Esta guía se complementa con otros documentos, como el Programa País Carbono Neutralidad Cantonal en donde se establecen los lineamientos y el proceso que deben cumplir los cantones o los distritos que voluntariamente deseen obtener alguno de los reconocimientos que ofrece el programa, así como la Metodología para la medición, reporte y verificación de las emisiones, reducciones, remociones y compensaciones de GEI a nivel cantonal para Costa Rica, la Guía de Implementación de la categoría cantonal y el Portafolio de Acciones de Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a Escala Cantonal de Costa Rica sobre Movilidad Sostenible y Eléctrica

Esta es la segunda versión del portafolio, como resultado de las experiencias obtenidas durante dos proyectos piloto de implementación de la categoría cantonal del Programa País Carbono Neutralidad realizados durante el 2018 y 2019 con la participación de un total de 20 gobiernos locales. Ambas experiencias han permitido identificar mejoras en el programa, alianzas con entidades y organizaciones claves, así como buenas prácticas y estrategias para la implementación futura en el resto de las municipalidades del país.



# ÍNDICE

ACRÓNIMOS.....	3
RESUMEN EJECUTIVO .....	4
OBJETIVO DEL PORTAFOLIO .....	6
¿QUÉ ES UNA ACCIÓN DE MITIGACIÓN?.....	6
¿CUÁNDO UTILIZAR ESTE PORTAFOLIO? .....	6
INTRODUCCIÓN.....	7
JUSTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS.....	8
a) Levantamiento inicial de información.....	9
b) Propuesta de medidas de mitigación .....	10
1.1 Medida : Sistema de compostaje .....	11
Tratamiento de residuos orgánicos .....	11
Medidas de mitigación:.....	11
2.1 Medida : Sistema de gestión de residuos alimentarios.....	17
Estrategias para evitar la generación de residuos .....	17
3.1 Medida : optimización de rutas de recolección .....	18
Operación y logística.....	18
3.2 Medida : sistema de información para el usuario.....	20
3.3 Medida : Vehículos de recolección eficientes .....	21
4.1 Medida : sustitución de plásticos de un sólo uso a nivel .....	22
Institucional y cantonal.....	22
Estrategias de reducción de residuos.....	22
4.2 Medida : red de comercios y empresas “cero residuos” .....	23
5.1 Medida : co-procesamiento .....	25
Otros tipos de tratamiento y disposición final .....	25
5.2 Medida : Alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales.....	27
6.1 Medida : Rellenos sanitarios con aprovechamiento de gas.....	29
Nuevas Tecnologías .....	29
6.2 Medida : biodigestión anaerobia.....	30
6.3 Medida : biodigestión seca en lote.....	30
6.4 Medida : reciclaje químico para plásticos.....	31
REFERENCIAS.....	34

## OBJETIVO DEL PORTAFOLIO

**E**ste documento es una herramienta para las Comisiones Intersectoriales de Cambio Climático creadas para implementar el Programa País Carbono Neutralidad a nivel de cantón o distrito en Costa Rica, el cual tiene como fin ayudar a identificar las mejores medidas o acciones de mitigación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a escala territorial. Asimismo, pretende estar en sincronía con el Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050, de manera que estas acciones contribuyan a las metas planteadas como país en vistas a transformar el modelo económico, social y territorial costarricense.

La herramienta se enfoca en el sector Residuos, donde se proponen y describen medidas de mitigación acordes a la realidad cantonal y municipal. Es importante resaltar que, cada cantón presenta condiciones particulares (relieve, población, presupuesto, tamaño, entre otros), por lo que este documento no debe reemplazar el análisis individual. Éste debe ser el punto de partida para el análisis a profundidad de las situaciones y condiciones de cada caso individual.

## ¿QUÉ ES UNA ACCIÓN DE MITIGACIÓN?

**U**na acción de mitigación, según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC, 2014), se define como “una intervención humana para reducir las fuentes o aumentar los sumideros de gases de efecto invernadero”. Así, las acciones de mitigación son la principal herramienta para la reducción de las emisiones de GEI a través del tiempo. Además, son uno de los componentes medulares para alcanzar la carbono neutralidad y cumplir las metas fijadas por el país en la Contribución Nacionalmente Determinada. Por otro lado, a nivel territorial se debe procurar que las acciones de mitigación, además de reducir emisiones de GEI, mejoren la calidad de vida de los habitantes y que promuevan el desarrollo cantonal bajo en emisiones.

## ¿CUÁNDO UTILIZAR ESTE PORTAFOLIO?

**S**e recomienda a la Comisión Intersectorial de Cambio Climático, creada para implementar el Programa País Carbono Neutralidad en el cantón o el distrito, consultar este documento en el proceso inicial de planificación de acciones de mitigación para su territorio. Es preferible que este proceso ocurra después de la realización de un inventario de GEI a escala territorial, pues así se tendrá mejor claridad de los sectores de intervención prioritarios (con la mayor cantidad de emisiones) como y, además, se contará con una línea base para el reporte y la comparación posterior al avance de las acciones.

# INTRODUCCIÓN

La gestión de residuos sólidos municipales es un importante reto a nivel mundial. Además de presentar impactos en la salud de las personas, también tiene un impacto significativo en el ambiente. El sector de residuos a nivel mundial representa alrededor del 11% de las emisiones de metano y es un importante emisor de carbono negro, contaminante de vida corta con impactos en salud y en cambio climático (Climate and Clean Air Coalition, 2017). El caso de Costa Rica no es una excepción.

De acuerdo con la Estrategia Nacional de Separación, Valorización y Recuperación de Residuos (ENSRVR), elaborada por el Ministerio de Salud en el 2016, en el país, el sector de residuos ocupa el tercer lugar en cuanto a emisiones de GEI con un 15,7% del total (Ministerio de Salud, 2016). La Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos (Ministerio de Salud, 2016) menciona que se generan diariamente en el país 4 000 toneladas de residuos sólidos, de las cuales 2 332 toneladas se disponen en rellenos sanitarios, 792 toneladas en vertederos controlados y 852 en botaderos a cielo abierto. El objetivo de la ENSRVR es “desarrollar un modelo inclusivo para la gestión integral de los residuos sólidos en el país que permita el fortalecimiento de las capacidades entre el sector público, sector privado y sociedad civil, del 2016 al 2021”. Esta gestión necesariamente debe estar alineada a las metas nacionales para el avance hacia una economía baja en emisiones.

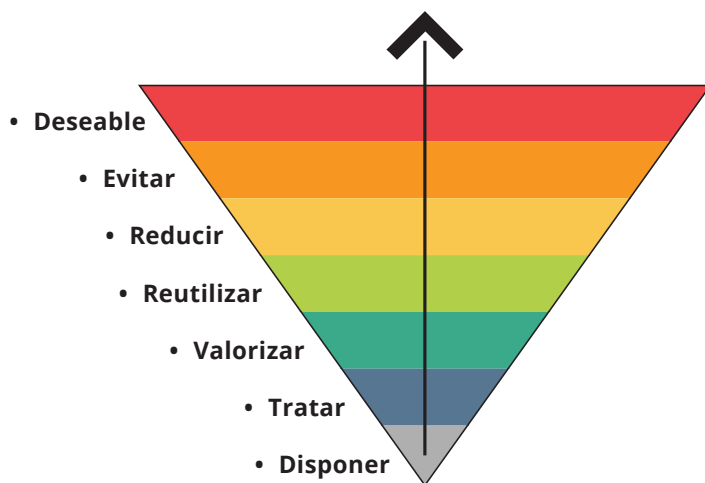
A partir de la promulgación de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, las municipalidades han sido dotadas de herramientas para mejorar sus labores. Sin embargo, según estudios de la Contraloría General de la República, aún existen comunidades en 70 de los 81 cantones en las que no se presta el servicio de recolección de residuos segregado (Contraloría General de la República, 2016). Además del reto de aumentar la cobertura hasta alcanzar un 100% de la población servida, se menciona frecuentemente las dificultades para poder brindar también la recolección separada de residuos. Esta separación desde la fuente es esencial para poder lograr una valorización efectiva de los distintos residuos que se puedan generar en las viviendas y comercios, sean residuos orgánicos que se puedan destinar a tratamientos biológicos o residuos valorizables como materiales reciclables que se puedan comercializar o a partir de los que sea posible producir otro tipo de productos. Actualmente, tanto la ENSRVR como el informe de la Contraloría General de la República señalan que se recupera apenas 1,26% de los residuos generados a nivel nacional (Ministerio de Salud, 2016). Es necesario reforzar las acciones destinadas a la recuperación de residuos desde su fuente de generación para obtener mayores beneficios.

De acuerdo con estudios de generación y composición de residuos realizados por el CEGESTI, para 8 municipalidades del país, siguiendo la metodología oficial del Ministerio de Salud, se encontró que, en promedio, en zonas urbanas 51% de los residuos sólidos ordinarios son orgánicos y en zonas rurales un 45% (CEGESTI, 2017). Cabe resaltar que son pocas las municipalidades que cuentan con este tipo de estudios, de suma importancia para poder contemplar distintas tecnologías de tratamiento de residuos y garantizar su adecuada operación y sostenibilidad. La falta de información técnica debe ser abordada para poder tomar decisiones fundamentadas e inversiones bien justificadas. Las propuestas de soluciones que no tomen en cuenta la información técnica relevante sobre los residuos generados podrían ser perjudiciales para los intereses municipales.

El país cuenta con muchas oportunidades a través de toda la gestión de residuos sólidos para mejorar su desempeño, por ejemplo: la Ley para la Gestión Integral de Residuos Sólidos N°8839, los instrumentos y lineamientos derivados de esta, y los compromisos y acuerdos internacionales a los cuales Costa Rica se encuentre adherido.

## JUSTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS

La Ley N° 8839 establece la jerarquización para la gestión de residuos, en la cual se indica el siguiente orden: evitar, reducir, reutilizar, valorizar, tratar y disponer (ver figura 1). Los actores de la gestión integral de residuos sólidos deberán promover esta jerarquización en sus acciones. El sector municipal es el encargado de prestar o garantizar el servicio de recolección de residuos ordinarios y valorizables en el país. La recolección diferenciada de residuos, ya sea de valorizables o de orgánicos, es una de las principales opciones de mejora que tienen los municipios, especialmente si se considera que alrededor de la mitad de los residuos generados son orgánicos (residuos de comida, de jardín o madera). En este nicho existe una amplia gama de opciones de tratamiento que serán descritas en las fichas generales.



**Figura 1. Jerarquía de priorización conceptual de jerarquización de residuos sólidos**  
Fuente: (Ministerio de Salud, 2016).

Otro de los aspectos a los que el informe de la CGR hace referencia es a la operación de los servicios de recolección. Se explica cómo la poca planificación de las rutas y frecuencias de recolección pueden encarecer significativamente el servicio. La logística involucrada para el tratamiento o la disposición final de los residuos es otro de los aspectos que impactan en la sostenibilidad. Ligado a esto, un punto poco comprendido y explorado es el de los vehículos utilizados para la prestación del servicio, así como su mantenimiento.

Actualmente se fabrican vehículos que superan en términos de eficiencia energética y desempeño ambiental a los vehículos que realizan la recolección. Debido a los largos recorridos, las mejoras en los consumos de combustible pueden tener un impacto positivo en las finanzas del servicio, además de reducir los costos de mantenimiento que han venido en aumento, de acuerdo con la CGR.

Por último, a nivel de disposición final de residuos, el país también cuenta con posibilidades de mejora. Los datos de la Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos indican que los tres tipos de sitios de disposición final son: rellenos sanitarios (58,3% de los residuos generados), vertederos controlados (19,8%) y botaderos a cielo abierto (21,3%). Estos tipos de tratamiento, en especial los vertederos controlados y botaderos a cielo abierto, no cuentan con buenos sistemas de recolección y aprovechamiento del metano que genera la descomposición de los residuos y que es un potente gas de efecto invernadero, un gas precursor de la generación de ozono troposférico y que aumenta el riesgo de explosiones en los sitios de disposición. Algunos de los rellenos sanitarios cuentan con antorchas para quemar el gas, lo que al menos reduce su impacto ambiental. Sin embargo, este recurso podría aprovecharse para la generación de electricidad, para la producción de calor o como sustituto a combustibles para la operación de ciertos equipos.

Otro de los tratamientos sobre los que se ha conversado en el país es la incineración de los residuos. Este tratamiento térmico, bajo condiciones de temperatura y oxígeno controladas para permitir una combustión adecuada de los residuos y evitar la generación de sustancias dañinas para la salud y el ambiente, tiene como uno de sus principales beneficios la reducción del volumen de residuos que deben ser dispuestos en un relleno sanitario. Las cenizas generadas en las instalaciones de un incinerador deben ser dispuestas adecuadamente en rellenos sanitarios para evitar problemas que estas puedan dar, especialmente porque pueden contener metales pesados que podrían llegar a infiltrarse en cuerpos de agua subterráneos. A nivel de emisiones de gases de efecto invernadero, este tipo de tratamiento tendría una ventaja sobre un relleno sanitario sin recuperación o aprovechamiento de metano debido a que convierte el metano (de mayor potencial de calentamiento global) en dióxido de carbono. Si fuera posible aprovechar en el incinerador el calor producido para la generación de electricidad y otros usos, aumentaría la reducción de emisiones ya que se estarían sustituyendo fuentes fósiles que son de mayor emisión de GEI.

## MEDIDAS DE MITIGACIÓN

A continuación se describen 3 apartados a considerar para implementar una medida de mitigación:

### a) Levantamiento inicial de información

Antes de ejecutar una medida de mitigación, se debe recopilar información de la situación actual de la gestión de residuos del cantón, de manera que se tenga una línea base para iniciar con el proceso. En general, los datos pueden ayudar a planificar ciudades que estén en sintonía con las necesidades reales de la personas. Por ejemplo, en temas de residuos, al mapear qué tipo, cómo se están generando, recolectando y tratando los residuos; permite identificar puntos de mejora, así como una planificación técnica, operativa, administrativa y financiera más efectiva y funcional, impactando positivamente la dinámica de las personas y del cantón. Este levantamiento de información se puede llevar a cabo mediante el uso de diversos instrumentos tales como:

#### Plan municipal para la gestión integral de residuos:

Herramienta de gestión a nivel institucional, cuyo objetivo es planificar de manera articulada las medidas necesarias para la implementación de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas y educativas que permitan un correcto manejo de los residuos sólidos desde la generación hasta la disposición final, haciendo énfasis en el enfoque preventivo de minimización y valorización de residuos. Como parte del levantamiento de información, se realiza un diagnóstico el cual procura detallar información sobre la gestión actual de residuos. Esta información inicial es crucial para entender la situación real de la zona a intervenir para definir medidas apropiadas y una línea base contra la cual monitorear el avance del plan.

#### Plan cantonal para la gestión integral de residuos:

Plan estratégico derivado del plan municipal, por lo que sigue el mismo objetivo y proceso de construcción e implementación, pero a nivel cantonal. Cabe mencionar que, es de utilidad para cualquier cantón, independientemente de su condición rural o urbana. Asimismo, tiene injerencia municipal directa, sin embargo, necesita colaboración cercana de otras instituciones y de procesos participativos, en los que todos los usuarios del territorio sean tomados en cuenta.

## PARA RECORDAR:

### Nota 1

Tanto el plan municipal como cantonal, son ideales para iniciar con el levantamiento de información del cantón, sin embargo, no se limita a esto. Con esta información recolectada, al ser herramientas de planificación, contemplan todo un proceso de definición de metas y medidas de acción, así como el desarrollo, aplicación y monitoreo de las mismas.

### Nota 2

La elaboración de estos planes **NO** se debe contemplar como una medida de mitigación, ya que solo son instrumentos que propician o generan las condiciones para que se puedan implementar estas medidas.

Los instrumentos mencionados anteriormente, recolectan información a través de indicadores de diagnóstico, los cuales pueden clasificarse en:

- **Indicadores cuantitativos:** cuantifican el estado del ámbito de estudio de un entorno urbano. Estos deben tener una unidad de medida y ser comparables con un valor de referencia ya sea teórico, por criterio de expertos o por valores anteriores que han sido previamente cuantificados. De esta forma, se puede analizar el estado actual del área de estudio.
- **Indicadores cualitativos:** son las percepciones y opiniones ciudadanas sobre los distintos aspectos del objeto de estudio. Esta recoge información ciudadana de modo natural (encuestas, talleres, entrevistas, etc.), priorizando siempre la facilidad del ciudadano para dejar sus percepciones sin que deba atender a cuestiones técnicas de la ciudad ajenas a su cotidianidad.



A continuación, se presentan herramientas complementarias que son utilizadas para realizar el diagnóstico de los planes cantonales y municipales en materia de gestión de residuos:

### Estudio de generación y caracterización de residuos:

Herramienta que permite obtener información primaria relacionada a las características de los residuos generados. Incluye datos como cantidad, densidad, composición, humedad, entre otros; en un determinado ámbito geográfico.

### Estudio de optimización de rutas:

Diagnóstico de la eficiencia del sistema de recolección de residuos valorizables y/o no valorizables. Toma en cuenta la operación, logística, costos económicos y ambientales de las rutas de recolección y las unidades de transporte respectivas.

### Inventario cantonal de GEI:

Lista cuantificada de las fuentes las emisiones y las remociones de GEI de un cantón. Dentro de los sectores que se toman en cuenta están: transporte, residuos, agricultura, almacenamiento de energía y otros usos del suelo.

## b) Propuesta de medidas de mitigación

La selección de medidas se realizó basada en las siguientes categorías:

- 1. Tratamiento de residuos orgánicos:** operaciones de tratamiento biológico de residuos orgánicos, los cuales se descomponen rápidamente de forma natural, transformándose en otro tipo de materia orgánica.
- 2. Estrategias para evitar la generación de residuos:** aquellas que contribuyen a evitar la generación de residuos, optimizando la forma en que se utilizan y consumen productos.
- 3. Operación y logística:** hace referencia a la logística y aspectos operativos del sistema, en la planificación y uso eficiente de los recursos con los que cuentan las municipalidades para brindar un servicio de calidad acorde a las necesidades de los usuarios.

- 4. Estrategias de reducción de residuos:** aquellas que contribuyen a disminuir la generación excesiva de residuos, utilizando al máximo lo que se tiene o productos que sean renovables, compostables y/o más sostenibles en el tiempo.
- 5. Otros tipos de tratamiento y disposición final:** incluye sistemas que requieren de mayor inversión en la implementación y operación.
- 6. Nuevas tecnologías:** tecnologías que requieren de mayor investigación, pero que por su naturaleza, pueden aplicarse a una escala cantonal.



Figura 2. Categorización de las medidas de mitigación. Fuente: elaboración propia.

# Medidas de mitigación:

## TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS

### 1.1 MEDIDA : SISTEMA DE COMPOSTAJE

<b>Descripción</b>	Es un proceso de transformación de la materia orgánica donde se obtiene como producto final el compost, un abono natural. Este producto final puede ser utilizado para fines agrícolas, sobre todo para recuperar los suelos degradados en zonas semiáridas, debido a que su incorporación al suelo en condiciones adecuadas aumenta la fertilidad.
<b>Beneficios</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Presenta un valor agregado al obtener un producto que mejore la estructura y fertilidad de los suelos.</li><li>• Evita enfermedades en plantas cultivadas con este tipo de sustrato.</li><li>• Reduce los residuos que son enviados a un relleno sanitario.</li><li>• Reduce los GEI y el deterioro de los ecosistemas.</li></ul>
<b>Consideraciones Técnicas</b>	<p>Se pueden aplicar tanto en pequeña escala (domicilios) como a gran escala (Ej: a nivel cantonal, ferias de agricultor, mercados, servicios de restaurantes, fincas, entre otros).</p> <p><b>Tipos de compostaje:</b> Rotatorias:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Consta de un barril giratorio. El movimiento del material en las cámaras, permite la aireación, descomposición y vaciado de la unidad de una forma fácil.</li><li>• Se colocan diariamente los residuos en la cámara, seguido por pellets de aserrín en la proporción correcta (de un 10% a un 15% con base en el peso). Los pellets aportan carbono (fuente de energía para los microorganismos) y ayudan a absorber la humedad del material orgánico. Otros materiales que se pueden añadir son fibra de coco, pasto seco o aserrín puro.</li><li>• Es un barril completamente cerrado y altamente resistente a las plagas, produciendo el mínimo olor.</li><li>• No se debe adicionar componentes muy leñosos ni huesos en grandes cantidades.</li><li>• Se debe colocar la máquina en un lugar techado y que no reciba el agua de lluvia directamente.</li><li>• Las perforaciones laterales del dispositivo son propensas a bloquearse por la acumulación de residuos, por lo que se deben limpiar para garantizar la entrada de oxígeno.</li><li>• Aplicable a pequeña y gran escala.</li></ul>



### Vermicompost o Lombricompostaje:

- Tratamiento biológico que utiliza lombrices de tierra para crear una mezcla heterogénea de residuos vegetales o de alimentos en descomposición, materiales de cobertura y vermicompost.
- Como producto final se obtiene vermicompost (humus de lombriz).
- Sirve para residuos de comida, residuos de jardín y residuos agrícolas (evitar residuos lácteos, carne, cítricos y productos grasosos).
- Capacidad de tratamiento de residuos es muy versátil.
- Requisitos necesarios para implementarla:
- Ausencia de luz.
- Agregar una mezcla homogénea de residuos orgánicos para regular la acidez.
- Los residuos verdes requieren una reducción previa de tamaño.
- Aplicable sólo para residuos orgánicos de origen vegetal.
- Aplicable a pequeña y gran escala.

### Takakura:

- Consiste en colocar los restos orgánicos en una caja de madera, cartón o plástico y taparlos con una tela. Los residuos se deben revolver para fomentar la aireación.
- Las sustancias orgánicas son sometidas al compost por medio de cultivo de microorganismos que se adaptan al suelo y están comúnmente disponibles en los alimentos y en el suelo. Los microorganismos indeseables.
- Produce el compost por fermentación de residuos orgánicos en una o dos semanas.
- No se deben depositar residuos de huesos, semillas duras, papeles y servilletas o basura no orgánica.
- Adecuado para operar en un espacio reducido.
- Sin olores ni filtraciones.
- Aplicable a pequeña escala.





### Bokashi:

- Consiste en colocar en un cubo plástico, una mezcla de restos orgánicos con el activador de fermentación bokashi, el cual es una mezcla de salvado de trigo, melaza y otros compuestos orgánicos, inoculado con microorganismos eficaces (bacterias ácido lácticas, levaduras, bacterias fotosintéticas y otras enzimas fúngicas). Estos microorganismos, mediante el proceso de fermentación, transforman los residuos orgánicos en compuestos más sencillos como vitaminas, minerales, antioxidantes y nitrógeno fundamentalmente.
- Descomponen también los pesticidas y otras toxinas en materias inertes y sin riesgo para la salud.
- De este proceso se obtiene tanto el compost como un líquido fertilizante.
- El se debe conservar alejado de la luz en un lugar oscuro.
- Aplicable a pequeña escala.

### Lasagna

- Método de estratificación de capas de diferentes materiales que puede realizarse en cualquier contenedor.

### Capas:

- La capa inicial debe contener material resistente (ej.: ramas) que no se comprima a medida que se vaya llenando el contenedor.
- Capa "marrón": material seco como paja, hojas, astillas de madera, aserrín, entre otros, que ayuda a controlar la humedad y es ricos en carbono, lo que suministra una fuente de alimento para los organismos.
- Capa "verde": materiales ricos en nitrógeno (otra fuente de alimento para los microorganismos). Incluye restos de comida, malas hierbas, estiércol, etc. Esta capa NO debe contener carne, materiales aceitosos, productos lácteos o huesos, ya que pueden atraer plagas.
- Se deben alternar las capas "marrón" con las "verdes", comenzando y terminando con una capa marrón.
- Las capas marrones deben ser de 2 a 3 veces más gruesas que las verdes y deben ser más bajos en el centro y más altos alrededor de los bordes.
- Aplicable a pequeña y gran escala.

## Consideraciones Técnicas

### Pilas en hileras aireadas pasivamente:

- Degradación de la materia orgánica de forma aerobia utilizando una pila extendida en forma de hilera. Las pilas son aireadas pasivamente mediante una red de tuberías que se ubica debajo de las hileras.
- Tratamiento de residuos de jardín.
- Capacidad de tratamiento: hasta 10 000 toneladas anuales de residuos.
- Requisitos: alta demanda de espacio, pretratamiento de residuos (trituración y mezclado), tiempo de compostaje largo.
- El compost debe cumplir con criterios de calidad para ser comercializado.
- Durante el proceso de compostaje se requiere de un constante monitoreo de parámetros como temperatura, humedad, pH.
- Aplicable a gran escala.

### Pilas estáticas aireadas activamente:

- Degradación de la materia orgánica de forma aerobia utilizando una pila con aireación asistida.
- La materia orgánica es aireada mediante ventiladores u otros equipos.
- Manejo en exteriores e interiores.
- Tratamiento de residuos de jardín y residuos de comida.
- Capacidad de tratamiento: de 1 000 a más de 100 000 toneladas anuales de residuos.
- Requisitos: Demanda de espacio de baja a moderada, pretratamiento de residuos (trituración y mezclado), tiempo de compostaje corto.
- El compost debe cumplir con criterios de calidad para ser comercializado.
- Durante el proceso de compostaje se requiere de un constante monitoreo de parámetros como temperatura, humedad, pH.
- Aplicable a gran escala.

## Información necesaria

- Tipos de materiales a utilizar para cada tipo de compostaje.
- Evaluación previa del tamaño y condiciones del espacio.
- Proceso de compostaje (cada sistema tiene un procedimiento y cuidados diferentes).
- Identificación de parámetros de monitoreo.

## Referencias y normativa nacional

- Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 8839
- Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2016-2021
- Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos 2010-2021
- Reglamento sobre el manejo de residuos ordinarios sólidos N° 36093-S
- Reglamento de Agricultura orgánica N° 29782-MAG
- Reglamento general de la Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 37567-S-MINAET-H
- Reglamento municipal para la GIRS (propia de cada municipio).

## Actores mínimos a involucrar

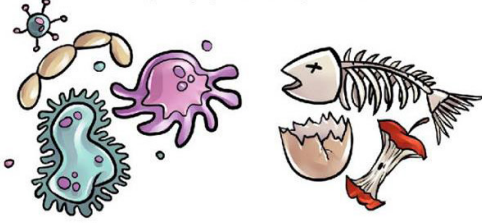
- Municipalidad.
- Prestador del servicio.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Ministerio de Salud.
- Consumidores.



Diariamente generamos residuos orgánicos y los botamos. Sin embargo, ahora podemos reciclarlos para crear abono orgánico a través del compostaje.



Los residuos orgánicos se descomponen en el compostaje por Microorganismos

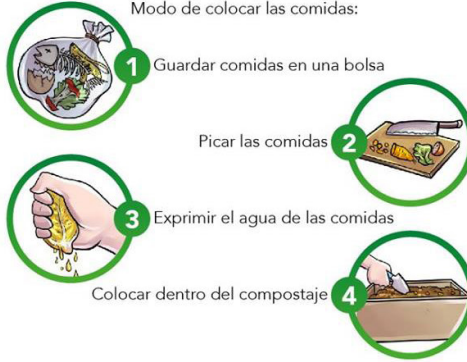


Necesitan aire, agua y comidas



## USO DIARIO DE COMPOSTAJE TAKAKURA

Modo de colocar las comidas:



## NO SE PUEDEN COLOCAR

- Cosas duras (Cáscara de piña etc...)
- Semillas grandes
- Plásticos
- Las pieles y los núcleos de Maíces
- Servilletas y papel higiénicos



## MODO DE MANTENER LA HUMEDAD DEL COMPOSTAJE

**POCA HUMEDAD**

- Trabaja Lento •

**MUCHA HUMEDAD**

- Trabaja Lento • Genera mal Olor • Difícil de mezclar •



Quando el compostaje tiene mucha humedad:

1. Ponerlo al sol
2. Saque la mitad y coloque algo seco (granza, aserrín, hojas secas, broza de café, etc...)
3. Mezclar muy bien

## HUELE MAL Y ESTÁ PEGAJOSO

Principalmente hay 2 razones:

- El compostaje tiene mucha humedad.
- Falta aire dentro de compostaje.

Mezclar muy bien 2 o 3 veces al día y agregar algo seco. Se continúa utilizando para formar bolitas de compostaje. Normalmente los microorganismos generan materias pegajosas.

## Programa Takakura Municipalidad de San José

Programa de información y capacitación a la población para aprender a elaborar el compostaje takakura. Se pueden solicitar talleres gratuitos para comunidades, empresas, escuelas, comercios e instituciones. Asimismo, la municipalidad cuenta con un Centro de Compostaje "Takakura", en el cual tiene como objetivo descomponer los residuos orgánicos que genera el Mercado de Mayoreo y capacitar a sus trabajadores. Actualmente, este centro descompone 0,4 toneladas diarias y dicho mercado genera alrededor de 25 toneladas de residuos todos los días.





# CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

## RESIDUOS NO APROVECHABLES (BASURA)

### NO DEPOSITE RESIDUOS ORGÁNICOS O RECICLABLES.

- Todo producto de estereofón.
- Empaques de mayonesa, tomatinas, frituras, consomés, sopas, otros similares.
- Vidrio plano (ventanas, parabrisas, pírex).
- Vidrios quebrados (bien envueltos).
- Productos desechables (platos, vasos, cucharas, otros).
- Bolsas de café.
- Bolsas de leche en polvo.
- Bolsas plásticas tostadas.
- Empaques de golosinas, confites, galletas, picaronas y otras.
- Papel vegetal (papel cebolla).
- Productos de uso sanitario (papel higiénico, papel toalla, servilletas, pañuelos desechables, pañales y otros).
- Papel y cartón recubiertos con sustancias impermeables a la humedad (parafina, láminas plásticas o metálicas, silicona, entre otras).
- Otros materiales que se pudieron haber reciclado pero que están muy contaminados.
- Bolsas plásticas crujientes.
- Ropa o zapatos en mal estado.

## RESIDUOS ORGÁNICOS

NO REVOLVER CON BASURA, NI CON RESIDUOS RECICLABLES.

NO COLOCAR EXCREMENTOS DE ANIMALES O HUMANOS.

- Sobros de comidas.
- Cáscaras de huevo.
- Cáscaras de frutas y hortalizas.
- Pasto cortado y plantas de jardín, bien picadas.
- Broza y filtros de café, bolsitas de té.
- Servilletas de cocina.

### DISPOSICIONES PARA ENTREGA DE LOS RESIDUOS:

Colocar los residuos para su recolección el día que corresponde, a partir de la hora señalada.

Los residuos deben ubicarse en el lugar de recolección:

- **BASURA:** en bolsas plásticas de color.
- **ORGÁNICO:** por aparte en recipiente plástico (tarro), se devuelve el recipiente. **NO** se permiten bolsas plásticas para orgánico.
- **RECICLAJE:** en bolsa transparente.

## RESIDUOS RECICLABLES

CONSIDERAR QUE SON:

- Productos limpios y secos.
- Sin agroquímicos o excrementos.
- Sin sobros de comida u otros desechos orgánicos.

SE PUEDE RECICLAR:

- Papel bond, cuadernos, libros, revistas, fotocopias, afiches, volantes, entre otros.
- Periódicos.
- Botellas de gaseosos y aguas ( PET).
- Envases de vidrio sin quebrar.
- Tetrabrik y Tetrapak.
- Plástico HDP (yogurt, leche, mayonesa, salsas, desinfectante, cloro).
- Envases de vidrio.
- Cartón grueso y cartón delgado.
- Envases de hojalata - conservas.

**No los revuelva con basura, ni orgánico  
Las cajas se deben desarmar**

Se recomienda **DISMINUIR** utilizar plástico de un solo uso.

**Usemos bolsas de papel o de tela** y que los recipientes para alimentos sean **BIODEGRADABLES**.

## Planta de compostaje municipal Municipalidad de Pérez Zeledón.

El servicio consiste en la recolección de los residuos orgánicos 2 días por semana (estos residuos son sacados por los vecinos en recipientes reutilizables que les son devueltos, se solicita que no lo realice en bolsas). La fracción orgánica es tratada en una planta de producción de compost gestionada por la municipalidad. El compost producido es utilizado en las áreas verdes municipales; también se realizan donaciones a los centros educativos públicos o asociaciones de desarrollo y se hace venta directa a particulares.



# ESTRATEGIAS PARA EVITAR LA GENERACIÓN DE RESIDUOS

## 2.1 MEDIDA : SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS ALIMENTARIOS

<b>Descripción</b>	Esquema voluntario para la gestión sostenible del desperdicio de alimentos, con el objetivo de minimizar la generación innecesaria de alimentos excedentes.
<b>Beneficios</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se evita el desperdicio de alimentos y se reduce la cantidad de residuos del sector alimentario.</li><li>• Promueve la innovación para la creación de nuevas estrategias en este sector.</li></ul>
<b>Consideraciones Técnicas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mapear los generadores más grandes de desperdicio de alimentos en el cantón. De esta forma se forma una base de datos representativos para evaluar cuándo, qué tipo y qué cantidad de desperdicio se genera en el cantón.</li><li>• Generar una plataforma digital accesible para todos los actores de la cadena de valor alimentaria, de manera que se consoliden y actualicen los datos.</li><li>• Generar capacitación para minoristas, restaurantes, empresas de catering, hoteles etc., así como para el consumidor, sobre cómo prevenir el desperdicio de alimentos.</li><li>• Cuando ya se han generado sobrantes de alimentos, el objetivo es redirigirlos y distribuirlos a grupos sociales vulnerables directamente o a través de organizaciones benéficas. Se puede utilizar plataformas digitales donde empresas registradas suben detalles de sus excedentes y el periodo de tiempo en el que la comida puede ser recogida.</li><li>• Promover normativa en relación a la gestión de residuos alimentarios</li><li>• Generar nuevos modelos de negocio a través del aprovechamiento de excedentes de producción para la creación de nuevos productos. Aquí se utilizan los alimentos que han sido retirados del mercado, pero que todavía se encuentran en condiciones óptimas, para ser consumidos y transformados en nuevos productos.</li></ul>
<b>Información necesaria</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Registro de iniciativas sociales contra el desperdicio que ya están en operación.</li><li>• Listado de empresas interesadas en la gestión de residuos alimentarios.</li></ul>
<b>Actores mínimos a involucrar</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Municipalidad</li><li>• Comercios, empresas, organizaciones</li><li>• ONG´s que trabajen temas de gestión sostenible de residuos.</li></ul>

## OPERACIÓN Y LOGÍSTICA

### 3.1 MEDIDA : OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DE RECOLECCIÓN

<b>Descripción</b>	Optimizar las rutas de recolección de residuos, mejorando la frecuencia y el recorrido de las rutas, con el fin de reducir los costos ambientales y económicos del servicio de recolección y transporte de residuos sólidos en el cantón.
<b>Beneficios</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reducción del consumo de combustibles por el servicio de recolección y sus emisiones.</li><li>• Potencial reducción de cantidad de camiones recolectores y menor cantidad de horas trabajadas en el servicio.</li><li>• Ahorro económico por menor consumo de combustible.</li></ul>
<b>Consideraciones Técnicas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• El servicio de recolección puede representar hasta un 60-80% del costo total de la gestión de residuos sólidos municipales, por lo que es de suma importancia su optimización.</li><li>• Definir el alcance (si se toma en cuenta tanto rutas de residuos valorizables como no valorizables).</li><li>• En caso de que no sea la municipalidad la que brinde el servicio de recolección, se debe coordinar con la empresa que brinde dicho servicio.</li><li>• Generar propuestas de mejora sobre los vehículos, rutas, salud y seguridad ocupacional.</li><li>• Realizar un análisis y validación de la propuesta de optimización.</li></ul>
<b>Información necesaria</b>	<b>Información sobre:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Rutas</li><li>• Frecuencias</li><li>• Horarios</li><li>• Condiciones del personal</li><li>• Consumo y tipo de combustible</li><li>• Tipo de recolección</li><li>• Tiempo promedio empleado en la ruta.</li><li>• Cantidad de residuos recolectados por ruta.</li><li>• Estado de los vehículos</li><li>• Condiciones de las vías</li><li>• Percepción ciudadana sobre el servicio actual.</li><li>• Condiciones en que los usuarios colocan sus residuos.</li></ul>
<b>Referencias y normativa nacional</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 8839</li><li>• Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2016-2021</li><li>• Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos 2010-2021</li><li>• Reglamento sobre el manejo de residuos ordinarios sólidos N° 36093-S</li><li>• Reglamento general de la Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 37567-S-MINAET-H</li><li>• Reglamento municipal para la GIRS (propia de cada municipio).</li><li>• Reglamento para la gestión integral de los residuos electrónicos</li><li>• Reglamento de centros de recuperación de residuos valorizables</li></ul>
<b>Actores mínimos a involucrar</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Municipalidad.</li><li>• Prestador del servicio de recolección (en caso de ser un servicio subcontratado).</li><li>• Consumidores u organizaciones de usuarios (Acorde con los principios de responsabilidad compartida y participación de la Ley GIR).</li></ul>





## Optimización de rutas de recolección de residuos valorizables y no valorizables

### Municipalidad de Belén

La municipalidad realizó un diagnóstico sobre la eficiencia del sistema de recolección tomando en cuenta factores como las condiciones en que los vecinos colocan sus residuos, estado de los vehículos, rutas actuales, condiciones del personal y de las vías. Con esta información realizaron una propuesta de optimización de rutas de recolección donde proponen:

- Cambios de horario de recolección
- Requisitos en el cartel de licitación como vida útil igual o inferior a 10 años y vehículos que cumplan con el estándar de emisiones europeo Euro VI, mediante la entrega de los certificados de conformidad de los vehículos por parte del fabricante. Asimismo, consumo de combustible certificado mediante un certificado de conformidad extendido por el fabricante.
- Medidas en salud y seguridad ocupacional
- Monitoreo sobre el tiempo promedio de recolección por ruta, cantidad de residuos recolectados por mes, kilometraje y generación de emisiones.



## 3.2 MEDIDA : SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL USUARIO

<b>Descripción</b>	Diseño de un sistema o plataforma para brindar información del sistema de recolección de residuos a los usuarios.
<b>Beneficios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora la experiencia del usuario sobre el servicio.</li> <li>• Mayor y mejor control de la información para la toma de decisiones.</li> </ul>
<b>Consideraciones Técnicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La información presentada debe ser variada pensando en las diferentes necesidades y decisiones del usuario. Ej: rutas, horarios, frecuencias.</li> <li>• Se deben generar mapeos de las rutas existentes.</li> <li>• La información se puede presentar de manera física o de manera digital en una aplicación y en un sitio web.</li> <li>• Diseñar la presentación de la información tomando en cuenta criterios de accesibilidad. Asimismo, debe ser sencilla y de fácil comprensión para todos.</li> <li>• Monitorear la eficacia del sistema o plataforma a través de la opinión ciudadana y la usabilidad de la información.</li> </ul>
<b>Información necesaria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rutas</li> <li>• Frecuencias</li> <li>• Horarios</li> <li>• Números de teléfono de asistencia</li> </ul>
<b>Actores mínimos a involucrar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Municipalidad</li> <li>• Prestador del servicio de recolección (en caso de ser un servicio subcontratado)</li> <li>• Habitantes y usuarios del cantón</li> </ul>



### 3.3 MEDIDA : VEHÍCULOS DE RECOLECCIÓN EFICIENTES

<b>Descripción</b>	Sustitución gradual de los vehículos destinados al servicio de recolección de residuos por vehículos de combustión eficiente (control de emisiones).
<b>Beneficios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de GEI</li> <li>• Mejora en la calidad del aire.</li> <li>• Reducción de costos de operación y mantenimiento.</li> </ul>
<b>Consideraciones Técnicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las alternativas de adquisición pueden ser por:</li> <li>• Cartel de licitación, donde la municipalidad saca a concurso la oferta de compra de los vehículos con una serie de requerimientos técnicos, económicos y legales.</li> <li>• Compra directa a un proveedor en específico según las especificaciones de cada vehículo y su uso esperado.</li> <li>• Contratos de arrendamiento</li> <li>• Definir criterios de eficiencia del vehículo en los contratos públicos. Algunos ejemplos pueden ser:</li> <li>• Vida útil reciente ( Ej :igual o inferior a 10 años)</li> <li>• Cumplir con estándares de emisiones establecidos mediante la entrega de certificados de conformidad de los vehículos por parte del fabricante (Ej: Euro VI)</li> <li>• Consumo de combustible certificado mediante un certificado de conformidad extendido por el fabricante.</li> <li>• Incluir la renovación periódica de la flota dentro del presupuesto de ejecución municipal.</li> <li>• Todos los vehículos deberán contar el respaldo de un distribuidor local para términos de garantía y soporte técnico.</li> <li>• Preparar y ejecutar un plan de mantenimiento preventivo de los vehículos.</li> <li>• Capacitación a los conductores sobre el uso adecuado de los vehículos.</li> </ul>
<b>Información necesaria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características de las rutas habituales para dimensionar unidades apropiadas.</li> <li>• Caracterización de la flota vehicular actual por:             <ul style="list-style-type: none"> <li>-Tipo</li> <li>-Marca/modelo</li> <li>-Placa</li> <li>-Tipo de combustible</li> <li>-Consumo</li> <li>-Emisiones de GEI (Ton CO<sub>2</sub>eq)</li> <li>-Porcentaje de emisiones de GEI</li> <li>-Costo del combustible total</li> </ul> </li> <li>• Análisis de costo de inversión y operación en diferentes escenarios.</li> </ul>
<b>Actores mínimos a involucrar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Municipalidad.</li> <li>• Proveedores (agencias importadoras con vehículos eficientes disponibles en el país).</li> </ul>

## ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN DE RESIDUOS

### 4.1 MEDIDA : SUSTITUCIÓN DE PLÁSTICOS DE UN SÓLO USO A NIVEL INSTITUCIONAL Y CANTONAL

<b>Descripción</b>	Orientar acciones a nivel institucional y cantonal que desincentiven el consumo de plásticos de un solo y estimulen su reemplazo por alternativas renovables y compostables.
<b>Beneficios</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reducción en la generación residuos.</li><li>• Cambios en los patrones de consumo a nivel institucional y ciudadano.</li></ul>
<b>Consideraciones Técnicas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Promover reglamentos de patentes modificados que incluyan cánones para desincentivar el consumo de plástico de un solo uso.</li><li>• Impulsar la correcta y responsable identificación de productos que se están recibiendo a nivel institucional y emitir políticas internas de proveeduría que desestimulan la compra de plástico de un solo uso y facilitan la adquisición de alternativas renovables y compostables.</li><li>• Incorporar al Plan municipal para la gestión integral de residuos, la sustitución de plásticos de un solo uso no renovables y no compostables en las compras municipales. Asimismo, un incentivo de carácter fiscal de rebaja porcentual de la tasa por el servicio de recolección de residuos para aquellos patentados que se adhieran de manera voluntaria a la estrategia.</li><li>• Mejorar campañas de difusión de información por distintos medios (no solo electrónicos). Se propone investigar y aplicar otras metodologías para llamar la atención de las personas que no están sensibilizadas y, además, lograr más contactos lograr más contactos o enlaces clave para mejorar la convocatoria, descentralizando la responsabilidad de comunicación. Por otro lado, se recomienda utilizar material visual y mensajes concretos con lenguaje ciudadano (sencillo) a la hora de generar campañas de información.</li><li>• Empezar a generar un inventario de las iniciativas desarrolladas a nivel comercial y visibilizarlas a través de publicaciones sobre su trabajo.</li><li>• Valorar y promover la obligatoriedad (a nivel legal) en la transferencia de información de las empresas privadas hacia el gobierno local, con el fin de tener datos y mejorar la toma de decisiones.</li><li>• Promover y educar consumidores inteligentes y activos dentro del cantón.</li><li>• El consumidor debe saber escoger el producto de acuerdo a sus especificaciones, de manera que se genere un cambio en los patrones de consumo.</li></ul>
<b>Información necesaria</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Análisis de opciones de mercado para la compra de productos renovables y compostables.</li><li>• Análisis de consumo actual de productos a nivel institucional.</li><li>• Iniciativas ya existentes en el cantón.</li></ul>

<b>Referencias y normativa nacional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategia Nacional Para La Sustitución de Plásticos De Un Solo Uso 2017-2021.</li> <li>• Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 8839</li> <li>• Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2016-2021</li> <li>• Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos 2010-2021</li> <li>• Reglamento sobre el manejo de residuos ordinarios sólidos N° 36093-S</li> <li>• Reglamento general de la Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 37567-S-MINAET-H</li> <li>• Reglamento municipal para la GIRS (propia de cada municipio).</li> </ul>
<b>Actores mínimos a involucrar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Municipalidad</li> <li>• Proveedores de material y productos renovables y compostables.</li> <li>• Ciudadanos</li> <li>• Asociaciones comunales</li> </ul>

## 4.2 MEDIDA : RED DE COMERCIOS Y EMPRESAS “CERO RESIDUOS”

<b>Descripción</b>	Construir una red de empresas/comercios/organizaciones privadas del cantón que se caractericen por un modelo de negocios cero residuos, ya sea dentro de sus productos o servicios.
<b>Beneficios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promueve la creación de más y nuevos negocios cero residuos.</li> <li>• Impulsa la innovación y la creatividad en las empresas/comercios/organizaciones locales.</li> </ul>
<b>Consideraciones Técnicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear alianzas con empresas/comercios/organizaciones privadas, de manera que se vaya construyendo una red donde se compartan experiencias e información relevante sobre la implementación de este nuevo modelo de negocio, y que a su vez, pueda ser utilizada de referencia para futuros proyectos de otras empresas dentro o fuera del cantón.</li> <li>• Utilizar incentivos visibles (Ej: certificados) o sellos para identificar este tipo de negocios.</li> <li>• Habilitar una plataforma digital donde se puedan buscar y ubicar espacialmente estos negocios. Asimismo, mostrar información sobre su modelo de negocio “cero residuos”.</li> </ul>
<b>Información necesaria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listado de empresas u organizaciones interesadas a conformar la red.</li> </ul>
<b>Actores mínimos a involucrar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Municipalidad.</li> <li>• Empresas/ organizaciones interesadas.</li> </ul>





## Estrategia para la sustitución del plástico de un solo uso por alternativas renovables y compostables en comercios de consumo de alimentos Municipalidad de Heredia

Los comercios en donde los funcionarios acostumbran a comprar, son parte de la *Estrategia para la sustitución del plástico de un solo uso* del municipio. Asimismo, la institución les brinda una serie de facilidades para que puedan utilizar productos reutilizables.

Por otro lado, a través de un galardón, se reconocen los comercios que implementan acciones voluntarias para convertir Heredia en una ciudad más limpia y agradable para la ciudadanía.

- Galardón amarillo (5 pétalos) para aquellos comercios que están iniciando el cambio para ser ambientalmente sostenibles,
- Galardón azul (7 pétalos) para los que muestran una sostenibilidad de acciones en el tiempo y mantienen un compromiso continuo y creciente con la sustitución de plásticos de un solo uso, brindan capacitación a su personal y lo hacen extensivo a sus clientes.
- Galardón verde (9 pétalos) para aquellos que "alcanzan la sostenibilidad" a través de acciones como gestionar sus residuos peligrosos y especiales de forma correcta, contar con sus Programas de Gestión de Residuos y darle el respectivo seguimiento, hacer voluntariado en comunidades, entre otras acciones que implican esfuerzos significativos y tangibles de parte del comerciante.



## OTROS TIPOS DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL

### 5.1 MEDIDA : CO-PROCESAMIENTO

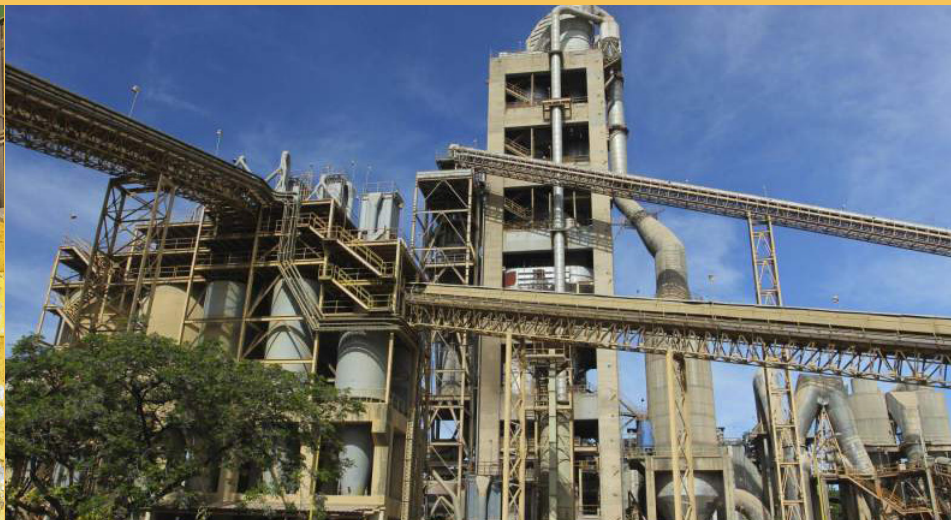
<b>Descripción</b>	Consiste en aprovechar ciertas propiedades térmicas de algunos residuos transformándolos en combustible o materia prima alternativa para un proceso industrial específico (Ej: hornos cementeros).
<b>Beneficios</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Contribuye a una economía regenerativa.</li><li>• Ayuda a la disminución del uso de combustibles fósiles y materias primas naturales no renovables.</li><li>• Elimina técnica y ambientalmente los residuos industriales de forma segura, por lo que evita el depósito de residuos en un relleno sanitario.</li><li>• No deja ningún residuo (cenizas o restos secundarios) al estar sometidos a temperaturas muy elevadas.</li><li>• Algunos de los minerales de los residuos pueden llegar a incorporarse al producto final manufacturado (cemento).</li></ul>
<b>Consideraciones Técnicas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Generar alianzas público-privadas entre la municipalidad y empresas cementeras que ya aplican el co-procesamiento, de manera que se genere un intercambio: eliminación segura de residuos del cantón por material energético para procesos industriales.</li><li>• Como requisito, los residuos deben tener una capacidad de generación de energía calórica muy alta, así como no presentar peligros mayores tanto por su manipulación como por su transformación en combustible. Por ende, no se permiten residuos explosivos, radioactivos, con riesgo biológico o cancerígeno.</li><li>• Algunos de los residuos que pueden ser coprocesados son: diferentes empaques de alimentos, el estereofón, las pajilla, bolsas, filtros de carro, llantas, aceites, papel aluminio, entre otros.</li><li>• El co-procesamiento es preferible a la incineración, ya que la eficiencia de recuperación de energía del co-procesamiento es mucho mayor. Asimismo, la incineración sí deja nuevos residuos que no se pueden aprovechar y pueden llegar a ser peligrosos.</li></ul>
<b>Información necesaria</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Caracterización físico-química de los residuos a utilizar.</li><li>• Listado de empresas que aplican el co-procesamiento y aprovechan el producto coprocesado.</li></ul>
<b>Referencias y normativa nacional</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reglamento para el co-procesamiento y gestión de residuos en hornos cementeros N° 40557-S.</li></ul>
<b>Actores mínimos a involucrar</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Municipalidad</li><li>• Empresas relacionadas al co-procesamiento.</li></ul>





## Proyecto de recuperación de materiales coprocesables Aserrí

El objetivo es aprovechar parte del material que ingresa al relleno sanitario del Parque de Tecnología Ambiental Aczarri (ubicado en Aserrí), que tenga valor energético para utilizarlo como combustible alternativo. Servicios ambientales Geocycle y Empresas Berthier EBI atienden a la disposición legal de buscar acciones superiores al confinamiento y acuerdan a utilizar máquinas separadoras automáticas para procesar residuos que llegan al relleno y que no sean peligrosos. Los equipos separan la porción valorizable y luego la trasladan a la planta de coprocesamiento de Geocycle donde se obtiene el producto final del coprocesamiento listo para ser llevado y utilizado en los hornos cementeros de Holcim.





## 5.2 MEDIDA : ALCANTARILLADO SANITARIO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

<b>Descripción</b>	<p>Contar con alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales a nivel de cantón, con el fin de brindar un buen servicio de recolección, tratamiento y disposición final de los residuos.</p>
<b>Beneficios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de contaminación en cuerpos de agua.</li> <li>• Disminución en riesgos asociados a la salud de las personas.</li> <li>• Mejores condiciones para el desarrollo cantonal y urbano.</li> <li>• Reducción de GEI.</li> </ul>
<b>Consideraciones Técnicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contar con departamentos para dar seguimiento y atención a los usuarios.</li> <li>• Contar con un sistema de información que concentre los datos sobre el sistema cantonal, así como de operadores privados, en cuanto a tipo de tecnología usada, ubicación o capacidad del sistema de recolección y tratamiento instalado.</li> <li>• Programas de rehabilitación y mejoras a los sistemas de recolección y tratamiento existentes.</li> <li>• Incorporación de nuevas tecnologías y alcanzar la modernización de los sistemas de recolección de aguas residuales y excretas.</li> <li>• Evaluar la eficiencia y la eficacia de las herramientas administrativas, jurídicas y técnicas a disposición del saneamiento.</li> <li>• Introducir mecanismos o programas permanentes y continuos de divulgación, promoción o educación en los diversos temas de saneamiento, higiene y salud ambiental dirigidos tanto a los usuarios como a los servicios de saneamiento.</li> <li>• Contar con un plan de información y rendición de cuentas derivados de todas las actividades de saneamiento, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.</li> <li>• Contar con plan de capacitación continua a operadores en el manual de operación y mantenimiento.</li> </ul>
<b>Información necesaria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterización socio-económica de la población.</li> <li>• Registros de consumo.</li> <li>• Caracterización de las aguas residuales.</li> <li>• Opciones de optimización y mejora del sistema, así como criterios de diseño correspondientes.</li> <li>• Caracterización de las costumbres en cuanto al consumo de agua potable para diversas actividades.</li> <li>• Evaluación de las condiciones actuales de gestión de las aguas residuales.</li> <li>• Revisión de los registros para determinar en qué sectores se presentan problemas con las conexiones al alcantarillado pluvial o sanitario (si existe).</li> </ul>
<b>Referencias y normativa nacional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley Orgánica del Ambiente No. 7554.</li> <li>• Ley de Aguas No. 276.</li> <li>• Ley de creación del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, No. 2726.</li> <li>• Reglamento del Canon Ambiental por Vertidos decreto N° 34431- MINAE-S.</li> <li>• Reforma Reglamento del Canon Ambiental por Vertidos N° 35992-MINAET-S.</li> <li>• Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales decreto N° 33903.</li> <li>• Reglamento de vertidos y reuso de aguas residuales N° 33601- MINAE-S.</li> <li>• Reforma Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales N° 40699-S-MINAE.</li> </ul>
<b>Actores mínimos a involucrar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Municipalidad.</li> <li>• AyA (ente rector).</li> <li>• MINAE.</li> <li>• ARESEP.</li> <li>• CNE.</li> <li>• Operadores privados.</li> </ul>



## Planta de Tratamiento Los Tajos GAM

Obra a cargo del AyA ubicada en La Uruca. Está diseñada para traer un caudal de 2810 L/s, donde se procesan millones de litros de agua residual al día provenientes de varios cantones de la GAM. Asimismo, pretende aliviar la carga ambiental que producen los vertidos de las aguas residuales a las cuencas de los ríos Rivera, Torres, María Aguilar y Tiribí, así como el Virilla y Grande de Tárcoles.

## Planta de tratamiento Villa Bonita Alajuela

Es operado por la municipalidad de Alajuela. Sirve al casco central de la ciudad de Alajuela, con una población aproximada de 18 000 habitantes. Este sistema estuvo inactivo por más de 30 años, por lo que se encontraba sumamente deteriorado. Por esta razón, la municipalidad ha realizado esfuerzos para ponerla en funcionamiento a través de procesos de rehabilitación y remodelación hacia una planta aeróbica de lodos activados, con sistema automatizado y tecnología alemana para pretratamiento y deshidratación de lodos. El sistema renovado tendrá capacidad para tratar 5000 m<sup>3</sup>/día de aguas residuales crudas, con una calidad de depuración superior a los requerimientos actuales del Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales. También tendrá capacidad para recibir y tratar un volumen de 100 m<sup>3</sup>/día de lodos procedentes de tanques sépticos.





## NUEVAS TECNOLOGÍAS

### 6.1 MEDIDA : RELLENOS SANITARIOS CON APROVECHAMIENTO DE GAS

#### Descripción

Aplica solamente para rellenos que están bajo administración municipal. Consiste en una dinámica de descomposición anaerobia de los residuos sólidos municipales, donde se diseñe un sistema para la captura del biogás que se forma en la descomposición de los residuos (compuesto por metano, CO<sub>2</sub> y otros gases traza), de manera que se genere una combustión completa del gas y pueda ser aprovechado en la generación de electricidad o para ser utilizado como un sustituto de combustibles fósiles en procesos de combustión.

La producción de biogás en las primeras etapas de vida de un relleno sanitario puede ser mínima durante varios meses, sin embargo, en rellenos sanitarios con una vida útil media o recientemente clausurado, la producción se puede encontrar en su máxima capacidad, tardando varios años en dejar de producir este biogás, incluso aun después de clausurado el relleno.

La eficiencia de recuperación de biogás depende de la composición de los residuos y del contenido de humedad. Las corrientes de residuos con bajo contenido de fracción orgánica, por ejemplo, residuos de alimentos, resultan con menor eficiencia de captura que otros con mayor contenido de carbono orgánico como los residuos de papel o los lodos, capaces de lograr una mayor eficiencia de captura debido a la cantidad de biogás producido.

\*NOTA: La aplicación de esta medida puede dar pie a la conversión de camiones recolectores para utilizar el biogás del relleno como combustible.

#### Beneficios

- Mejor manejo ambiental (agua, ruido, GEI) y de vectores y enfermedades.
- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por el aprovechamiento y canalización del metano.
- Posible venta de electricidad a la red. Esta sería una fuente fija debido a que se espera que la producción de residuos crezca conforme crece el poder adquisitivo de la población.
- Los rellenos sanitarios tienen una amplia vida útil.

## 6.2 MEDIDA : BIODIGESTIÓN ANAEROBIA

### Descripción

Consiste en la degradación de la materia orgánica de forma anaerobia en un reactor. Los lodos con materia orgánica son introducidos de manera continua o intermitente en un reactor completamente cerrado, permaneciendo en su interior durante periodos de tiempo variables.

La materia orgánica contenida en lodos se descompone generando dos subproductos: biogás (principalmente metano y CO<sub>2</sub>) y lodos digeridos. Los digeridos son estabilizados, obteniendo un bajo contenido de materia orgánica y microorganismos patógenos y poco susceptible a descomposición, por lo que son utilizados como un agente mejorador de suelo o pueden ser vertidos a rellenos sanitarios. En cuanto al gas, este puede utilizarse como una fuente alterna de energía al ser altamente combustible.

### Beneficios

- Puede procesar residuos mezclados (con plásticos, metales, piedras).
- Subproductos aprovechables (en energía y agente fertilizante).
- Control y reducción de malos olores
- Durante el proceso de estabilización se eliminan los elementos patógenos y ciertos tipos de organismos parásitos.

## 6.3 MEDIDA : BIODIGESTIÓN SECA EN LOTE

### Descripción

La biomasa es procesada en lotes que permanecen por un tiempo de retención definido. Los residuos biológicos son inoculados con el sustrato que ya ha sido fermentado previamente, para luego ser fermentados en condiciones herméticas. Los lixiviados del sistema de drenaje se recirculan para que sirvan como líquido de percolación y optimicen el contacto de bacterias, ácidos orgánicos y materia prima.

Durante la fermentación no se requiere mezclar, bombear o agitar la materia orgánica dentro del digestor y tampoco añadir material adicional. Es decir, la planta no necesita partes móviles.

El porcentaje de materia seca necesario, que debe ser mayor al 30%, así como la necesidad de al menos tres digestores para homogeneizar el nivel de producción de gas. Asimismo, el proceso se trabaja a temperaturas mesofílicas o termofílicas.

### Beneficios

- Costos de mantenimiento, energía y gastos de personal mínimos.
- Logran una alta y constante producción de biogás que puede ser utilizado para la generación de biogás.
- El digestado residual se puede procesar como un valioso fertilizante o acondicionador del suelo.

## 6.4 MEDIDA : RECICLAJE QUÍMICO PARA PLÁSTICOS

### Descripción

Proceso que descompone las moléculas de polímeros en materias primas petroquímicas que se pueden utilizar, entre otras cosas, para obtener nuevo material plástico de calidad equivalente al material virgen.

El procedimiento puede variar de un proceso a otro, sin embargo, comprende las etapas de reducir el tamaño del plástico, y tratarlo con alguna combinación de agua, calor, presión y enzimas o catalizadores, con lo cual se rompe el plástico en sus compuestos constituyentes.

### Beneficios

- Es aplicable a determinados materiales para los que el reciclaje mecánico no ofrece actualmente una solución.
- Su aplicación es viable tanto a mezclas de distintos polímeros, lo que evita la separación por tipos, reduciendo los costes de recolección y clasificación
- Puede recuperar cualquier tipo de material plástico y convertirlo en materia prima de primera calidad; no importa el origen ni el uso que se le haya dado.

## C) EVALUACIÓN Y MONITOREO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Una vez que se han aplicado las medidas, es importante valorar su eficacia con resultados medibles o cuantificables. Por esta razón, a través de indicadores, se pueden comparar datos en el tiempo, así como con valores teóricos o experimentales ya establecidos. Esto permite ir creando una base de información, la cual visibilice la funcionalidad de la medida, y con esto, poder hacer cambios necesarios para lograr resultados de mayor impacto. A continuación, se presenta un listado de indicadores recomendados para cada una de las medidas propuestas anteriormente:

MEDIDA	INDICADORES
Sistemas de compostaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de materia orgánica tratada.</li> <li>• Cantidad de compost que sustituye fertilizantes químicos.</li> <li>• Cuantificación de la microbiota y biomarcadores de la diversidad microbiana.</li> <li>• Parámetros de control: oxígeno, temperatura y humedad.</li> </ul>
Sistemas de gestión de residuos alimentarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de desperdicios alimentarios que se generan en el cantón.</li> <li>• Cantidad y caracterización de alimentos donados.</li> <li>• Cantidad de personas beneficiadas.</li> <li>• Cantidad de empresas registradas para la distribución de alimentos excedentes.</li> <li>• Emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente evitadas</li> </ul>
Optimización de rutas de recolección	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de recolección promedio por ruta diaria.</li> <li>• Tiempo promedio de descarga en el centro de acopio.</li> <li>• Distancia promedio recorrida por ruta.</li> <li>• Promedio de tiempos muertos por ruta.</li> <li>• Promedio de consumo de combustible.</li> <li>• Emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente.</li> <li>• Rendimiento de combustible (km/l) por ruta y por camión recolector.</li> <li>• Capacidad de carga promedio por ruta.</li> <li>• Cantidad total de residuos recolectados.</li> </ul>
Sistema de información para el usuario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de personas satisfechas con el sistema.</li> <li>• Usabilidad de la información.</li> </ul>
Vehículos de recolección eficientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo y costo de combustible.</li> <li>• Emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente.</li> <li>• Costos de mantenimiento de las unidades.</li> <li>• Porcentaje de sustitución de las unidades.</li> <li>• Kilómetros recorridos.</li> </ul>

MEDIDA	INDICADORES
Sustitución de plásticos de un sólo uso a nivel institucional y cantonal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de residuos plásticos a nivel institucional y cantonal.</li> <li>• Porcentaje de sustitución en las compras institucionales.</li> </ul>
Red de comercios y empresas “cero residuos”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de empresas/organizaciones involucradas en la red.</li> </ul>
Coprocesamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de sustitución del combustible por residuos.</li> <li>• Ahorro de combustible y costos asociados.</li> <li>• Índice de masa (ton de residuo/ton cemento).</li> </ul>
Alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de cobertura cantonal del servicio.</li> <li>• Porcentaje de sistemas de tratamiento privado que satisfacen la norma de descarga en cuerpos de agua.</li> <li>• Porcentaje de la población con servicios de saneamiento mejorados.</li> <li>• Porcentaje de personas satisfechas con el servicio.</li> <li>• Porcentaje de fondos originalmente reunidos para saneamiento (impuestos, cánones, etc.) que se asignan para tal finalidad.</li> <li>• Porcentaje de agua residual doméstica y excretas tratadas.</li> <li>• Porcentaje del agua residual total generada.</li> <li>• Emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente.</li> </ul>

# REFERENCIAS

American University of Beirut. (2016). Guide to Municipal Solid Waste Management. Beirut, Líbano.

Banco Interamericano de Desarrollo. (2013). Manual para la aplicación de tecnologías Waste to Energy en América Latina y el Caribe. Recuperado de: [http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/pressreleases/Guidebook\\_WTE\\_v5\\_July25\\_2013.pdf](http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/pressreleases/Guidebook_WTE_v5_July25_2013.pdf)

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. (2014). Glossary of climate change acronyms and terms. Recuperado de: [http://unfccc.int/essential\\_background/glossary/items/3666.php#M](http://unfccc.int/essential_background/glossary/items/3666.php#M).

Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial CEGESTI. (2017). Introducción a la metodología de estudios de generación y composición: Resultados obtenidos en diferentes municipalidades de Costa Rica. Ponencia en el Lanzamiento de la Red Centroamericana de Gestión Integral de Residuos Sólidos en el marco de la Coalición para el Clima y Aire

Cubero, G. (2011). Evaluación de un sistema de digestión anaerobia para la estabilización de los lodos provenientes de las aguas residuales, Corporación PIPASA, San Rafael de Alajuela (tesis de licenciatura). Tecnológico de Costa Rica.

Climate and Clean Air Coalition. (2017). Mitigating SLCPs from the municipal solid waste sector. Recuperado de: <http://www.ccacoalition.org/en/initiatives/waste>.

Contraloría General de la República. (2016). Auditoría Operativa: Recolección de Residuos. Recuperado de: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos/sobre-el-ministerio/politicas-y-planes-en-salud/estrategias/3026-estrategia-nacional-de-reciclaje-2016-2021/file> Corporación Nacional Forestal. (s.f.). Ficha 5. Técnicas de Compostaje. Chile.

Department for Environment, Food and Rural Affairs. (2013). Mechanical Biological Treatment of Municipal Solid Wastes. Recuperado de: <https://www.gov.uk/government/publications/mechanical-biological-treatment-of-municipal-solid-waste>.

Friends of the Earth. (2008). Mechanical and Biological Treatment (MBT).

Guinan, B. Kristiansen, T. Milton, D. (2008). Critical Analysis of the Potential of Mechanical Biological Treatment for Irish waste Management. Recuperado de: <http://erc.epa.ie/safer/resource?id=d22d6f8a-217b-102c-b381-901ddd016b14>.

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados [AyA].(2015). Mejoramiento del medio ambiente del área metropolitana de San José. Recuperado de: <https://www.aya.go.cr/proyectos/SitePages/Detalle%20del%20proyecto.aspx?spidProyecto=22>.

Juniper Consultancy Services Ltd. (2005). MBT: A Guide for Decision Makers – Processes, Policies and Markets. Recuperado de: [http://www.cti2000.it/Bionett/BioG-2005-003%20MBT\\_Summary\\_Report\\_Final.pdf](http://www.cti2000.it/Bionett/BioG-2005-003%20MBT_Summary_Report_Final.pdf).

Ministerio de Ambiente y Energía & Instituto Meteorológico Nacional. (2015). Informe Bienal de actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático-Costa Rica. Recuperado de: <http://cglobal.imn.ac.cr/sites/default/files/documentos/bur-2015.pdf>

Ministerio de Salud, Ministerio de Ambiente y Energía & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2017) Estrategia nacional para la sustitución de plásticos de un solo uso por alternativas renovables y compostables 2017-2021. Recuperado de: [https://www.hacienda.go.cr/docs/5a0e066d79dae\\_Estrategia-nacional-sustitucion-plasticos-un-solo-uso-.pdf](https://www.hacienda.go.cr/docs/5a0e066d79dae_Estrategia-nacional-sustitucion-plasticos-un-solo-uso-.pdf)

McGrouther, K. (2013). Technical Sheet: Vermicomposting.

Minister of the Environment. (2013). Technical Document on Municipal Solid Waste Organic Processing. Environment Canada.

Ministerio de Salud. (2016a). Estrategia Nacional de Separación, Valorización y Recuperación de Residuos 2016-2021. San José, Costa Rica. Recuperado de: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos/sobre-el-ministerio/politicas-y-planos-en-salud/estrategias/3026-estrategia-nacional-de-reciclaje-2016-2021/file>.

Ministerio de Salud. (2016b). Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2016-2021. San José, Costa Rica. Recuperado de: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos/sobre-el-ministerio/politicas-y-planos-en-salud/planes-en-salud/3025-plan-nacional-para-la-gestion-integral-de-residuos-2016-2021/file>

Municipalidad de Heredia. (2020). Informe final 2020 Programa Bandera Azul Ecológica.

Universidad Nacional de Costa Rica. (2015). Guía práctica para el manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompost. Recuperado de: <http://www.documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/3818/Manual%20Composteras.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

World Bank. (1999). Decision Maker's Guide to Municipal Solid Waste Incineration. Washington D.C. Estados Unidos de América.

Zurbrügg, C. (2016). Vermicomposting in Biowaste. Lausanne, Suiza.



## Programa País **CARBONO NEUTRALIDAD**

Oficial del Gobierno de Costa Rica

**PARA MAYOR INFORMACIÓN CONTACTAR A LA DIRECCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO  
DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGÍA (MINAE).**

**Teléfonos:** 2253-4298 / 2253-4295 / 2234-0076

programapais.dcc@minae.go.cr

**Apartado Postal:** 10104-1000 San José, Costa Rica

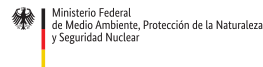
www.minae.go.cr • www.cambioclimatico.go.cr  /dccCostaRica



Con el apoyo de:



Por encargo de:



de la República Federal de Alemania

