

Revisión del estado del arte, de algunos sistemas de gestión integral de residuos sólidos en Colombia y en el mundo, para generar recomendaciones de implementación de buenas prácticas, en el municipio de Sopetrán departamento de Antioquia

Review of the state of the art of some integrated solid waste management systems in Colombia and the world, to generate recommendations for the implementation of best practices in the municipality of Sopetrán, Department of Antioquia.

**ADRIÁN ESTEBAN QUICENO FLÓREZ
TRABAJO DE GRADO**

ASESOR: Silvio Andrés López Barrantes

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA: Maestría en Economía
PROGRAMA: Maestría en Economía Aplicada

Sopetrán
2023

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
JUSTIFICACIÓN	16
OBJETIVOS	19
OBJETIVO GENERAL.....	19
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
ANTECEDENTES	20
ANTECEDENTES INTERNACIONALES	20
ANTECEDENTES NACIONALES	28
MARCO TEÓRICO.....	35
Residuos sólidos	35
Origen de los residuos sólidos	35
Composición.....	36
Residuos no peligrosos.....	37
Gestión integral de residuos (GIR).....	38
Etapas de la Gestión Integral de Residuos Sólidos.....	39

Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS)	41
Etapas del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos.....	41
Organización y conformación de un grupo coordinado para la elaboración del PGIRS	42
Principales modelos de aprovechamiento de desechos sólidos	44
MARCO METODOLÓGICO.....	48
Objetivo del marco metodológico.....	48
Tipo de estudio	48
Fuentes de información	49
Fuentes primarias	49
Fuentes secundaria	49
Técnicas de investigación.....	49
Partes de proyecto	49
POTENCIALES CASOS DE ESTUDIO	51
Prácticas exitosas en la gestión de residuos sólidos a nivel nacional e internacional	51
a. Nacionales.....	51
Práctica exitosa en la gestión de residuos sólidos por parte de una empresa nacional	60
b. Internacionales	62

Práctica exitosa en la gestión de residuos sólidos por parte de una empresa internacional.....	83
RESULTADOS	87
PROPUESTA DE UNA BUENA PRÁCTICA DE RESIDUOS SÓLIDOS	97
CURITIBA – BRASIL / PROGRAMA CAMBIO VERDE.....	97
Antecedentes del programa.....	97
Descripción.....	98
Proceso	99
Costo y financiamiento.....	100
Impacto.....	100
Desafíos	100
Qué se aprendió	101
SOPETRÁN – ANTIOQUIA – COLOMBIA.....	101
Objetivo	101
Contexto	102
Propuesta	102
1. Agricultura.....	102
2. Aplicación del programa Cambio Verde de Curitiba en Sopetrán	104
TRABAJO DE CAMPO.....	109

VISITA A BIOCICLO.....	114
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	115
Conclusiones.....	115
Recomendaciones.....	116
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proyección global a 2030 de la extracción de recursos.....	15
Figura 2. Manejo de residuos sólidos Empresa Procafecol.....	62
Figura 3. Composición de los residuos sólidos, domiciliarios por fracciones de materiales	64
Figura 4. Composición gravimétrica de los residuos sólidos de la ciudad de Curitiba Brasil	68
Figura 5. Composición por tipo de recogida según la masa.....	76
Figura 6. Composición por masa y volumen de los residuos (tipo de material).	77
Figura 7. Residuos que se reciclan, reutilizan.....	84

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cuadro comparativo de prácticas de gestión de residuos sólidos nacionales e internacionales.....	93
--	----

RESUMEN

El propósito del presente trabajo es realizar una revisión del estado del arte, de algunos sistemas de gestión integral de residuos sólidos en Colombia y en el mundo, que permita, identificar buenas prácticas desde el aspecto económico, ambiental y social, para generar recomendaciones de implementación de un modelo de manejo de residuos, en el municipio de Sopetrán departamento de Antioquia.

Respecto al marco metodológico, este estudio es una investigación longitudinal, es decir se realizó un análisis de la evolución del manejo de los residuos sólidos en Colombia y en el mundo; esta investigación es exploratoria y construye recomendaciones o propuestas metodológicas que permiten a futuro desarrollar pilotos o modelos, basados en las buenas prácticas existentes. También es de tipo descriptiva porque nos permite analizar los factores y hechos que influyeron en el mundo y localmente para realizar una buena gestión de los residuos sólidos, haciendo un análisis detallado de los proyectos más relevantes y de esta manera determinar los más aptos para poder implementar en el municipio de Sopetrán.

Se utilizó como recurso principal la investigación documental, apoyándose en fuentes primarias, indagando el trabajo de otros investigadores y ciudades sobre el manejo de los residuos sólidos, dándonos diferentes puntos de vista y aplicaciones que sirvan para ver la mejor opción u opciones, a ser utilizadas para la finalidad del presente trabajo.

A pesar de contar con varios programas en el municipio de Sopetrán, siguen existiendo focos de contaminación por la falta de gestión integral de los residuos sólidos. De acuerdo a los resultados obtenidos se vio por conveniente replicar el proyecto "Feira do Lixo" del Programa

Cambio Verde de Curitiba/Brasil que es un ejemplo innovador de cómo la gestión ambiental y la seguridad alimentaria pueden combinarse para mejorar la calidad de vida de la población.

La propuesta que se hace para el municipio de Sopetrán, es una opción que puede ser viable y sobre todo ayudar mucho con la problemática del adecuado manejo de los residuos sólidos, la cual servirá para promover la economía local y la agricultura sostenible.

Palabras clave: residuos sólidos, buenas prácticas, gestión integral de residuos

ABSTRACT

The main purpose of this study is to carry out a review of the state of the art of some integrated solid waste management systems in Colombia and worldwide, in order to identify better practices from the economic, environmental and social aspects, to generate suggestions for the adoption of a waste management model in the Township of Sopetrán, Department of Antioquia.

Regarding the methodological framework, this study is longitudinal research, which means an analysis of the development of solid waste management in the world and in Colombia; also, this is exploratory research to build recommendations or methodological proposals that will enable the future development of practices or models based on well-established and existing practices. This research is also descriptive because it allows us to analyze the elements and facts which have influenced globally and locally to carry out a good solid waste management, through a detailed analysis of the most outstanding projects and thus determine the most appropriate to implement in the Township of Sopetrán.

Documentary research was used as the main instrument, based on primary input, reviewing the studies conducted by other researchers and cities about solid waste management, which provided us different points of view and implementations to determine the best system or alternatives to be adopted in the Township of Sopetrán.

While several programs have been implemented in the Township of Sopetrán, contamination is still a problem due to the lack of adequate solid waste management. In accordance and based on the results of the study, it was concluded that the project "Feira do Lixo" of the Green Change Program of Curitiba/Brazil can be replicated, being an innovative

model of how environmental management and food safety may be combined to enhance the people's quality of life.

The proposal suggested to the Township of Sopetrán is an alternative that might be useful specially to help with the issue of adequate solid waste management, which will promote the town's economy and the sustainable agriculture.

Key words: solid waste, best practices, solid waste management.

INTRODUCCIÓN

El manejo de los residuos sólidos y la economía circular forman parte de una estrategia integral de desarrollo sostenible. El término “desarrollo sostenible” fue acuñado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992 en Río de Janeiro. El termino describe la manera de alcanzar el equilibrio entre lo ecológico, económico y lo social. Para este propósito los residuos sólidos y no sólidos deben evitarse o reciclarse, o entrar en una economía circular, y en este sentido en Colombia se ha propuesto que: reconociendo que una economía productiva, eficiente y sostenible, requiere de esquemas que permitan repensar, reutilizar, reparar, restaurar, remanufacturar, reducir, reproponer, reciclar y recuperar los residuos y materiales; el Gobierno de Colombia presentó en noviembre de 2018 la “Estrategia Nacional de Economía Circular”. (Cancillería de Colombia [Cancillería], 2021).

El desarrollo sostenible en la gestión de residuos para procesos de reciclaje requiere básicamente un uso eficiente de los recursos e incluir una dinámica en la economía circular. En cualquier caso, hacer un uso cuidadoso de los recursos requiere ciclos o procesos cerrados en el manejo de material de desecho. Es preferible un reciclaje de materiales ecológica y económicamente justificable a cualquier eliminación. Para que este desarrollo sea posible depende de todos, y de tomar decisiones racionales y sensatas, lo que significa que, en cuanto a la política, ésta puede proporcionar el marco, pero el desafío radica principalmente en la economía, en las áreas de producción y comercio, pero también en los consumidores en la elección de su forma de consumo.

Teniendo en cuenta estos referentes que se analizaron en esta investigación, el estado del arte de los procesos de transformación de los residuos sólidos a través del desarrollo legal, los diferentes sistemas de aprovechamiento y disposición final, y los diversos proyectos de gestión de residuos existentes, que son casos de éxitos a nivel nacional e internacional. Esta construcción conceptual y de diagnóstico bajo un enfoque de análisis, tendrá como objetivo proponer o generar recomendaciones de implementación de buenas prácticas en el municipio de Sopetrán (Antioquia). Que, articuladas con el servicio de aseo prestado por la empresa de servicios públicos del municipio, mejoren la eficiencia, calidad, cobertura y continuidad del servicio, generando cultura ciudadana, y garantizando la calidad de vida para los habitantes del territorio.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El crecimiento poblacional, el desarrollo económico que ha permitido la apertura de nuevas unidades de negocio, y el dinamismo de rubros como el turismo, son determinantes de análisis en municipios de Colombia y más en aquellos que se encuentran a cortos tiempos de desplazamiento de las principales ciudades del país. El municipio de Sopetrán ubicado en el occidente del departamento de Antioquia es uno de ellos, allí se ha evidenciado como los factores de crecimiento y productividad, han incrementado de manera significativa la generación de residuos sólidos de las actividades del sector residencial, comercial y oficial.

Esto ha implicado una mayor necesidad de atención a la ciudadanía y a los espacios públicos por parte de la empresa prestadora del servicio público de aseo, donde en proyecciones realizadas puede visionar un posible colapso en el mediano plazo al no poder ofrecer con continuidad y cobertura los servicios; configurándose así, una falla de mercado con problemas

de oferta desde las restricciones operativas y una creciente demanda de usuarios. Esto ocasionaría a su vez mayores costos de operación reflejados en incrementos tarifarios, mayores impactos ambientales, problemas en la salubridad pública dado al manejo inadecuado de los desechos y prácticas indebidas como el vertimiento de estos en afluentes hídricos, problemas de paisajismo y menor calidad de vida.

Siguiendo las declaraciones de Tanzey y Zacune (2015) donde afirman que “los residuos son uno de los productos generados por nuestro sistema socioeconómico” (p. 3), se puede decir que, el crecimiento económico y la creciente prosperidad se correlacionan con un aumento del daño ambiental y el consumo de recursos. Los problemas medioambientales obligan cada vez más a armonizar la ecología, la economía y la sociedad a través de soluciones rentables para la protección del medio ambiente en el planeta tierra.

En particular, los residuos provocan los siguientes problemas medioambientales y de recursos:

- Contaminación ambiental de vertederos, en particular a través de la formación de gas de vertedero y lixiviados cuando se descomponen los desechos orgánicos.
- Contaminación por transporte, clasificación y pretratamiento, especialmente por incineración.
- Escasez de materias primas, ya que los materiales valiosos de los residuos se pierden después del vertido.
- Escasez de áreas de vertedero o rellenos, ya que las propiedades geológicas del suelo apenas permiten vertederos adicionales y los sistemas de sellado y drenaje artificiales solo son funcionales por un período limitado.

Entre tanto, teniendo en cuenta el modelo de economía circular, el mapeo de las condiciones para el desarrollo sostenible, los procesos del ciclo del ecosistema, los residuos resultantes de la fase de producción y consumo que deben reintroducirse en la medida de lo posible en el proceso de producción como insumos, se pueden determinar los problemas arriba mencionados, y además, señalar que el problema de los recursos, la extracción, la producción, el aprovechamiento, la reintroducción y la disposición son finitos y que sin el principio del ciclo cerrado en un mundo finito, los procesos de producción actuales no tendrán futuro.

En un futuro previsible, los recursos fósiles utilizados anteriormente como fuentes de energía y materia prima se agotarán. Mientras, por otro lado, será inevitable que los vertederos disponibles para los desechos y residuos de la producción se agoten y no sea posible encontrar los espacios adecuados para continuar con ello. En la conferencia de la ONU en Río de Janeiro en 1992, se declaró el desarrollo sostenible como modelo.

Este modelo de desarrollo sostenible incluye, entre otras cosas, asegurar el uso sostenible de los recursos naturales, tal como se formuló en la Agenda 214. Luego, en la Cumbre Mundial de Johannesburgo sobre desarrollo sostenible en 2002, la atención se centró en iniciativas que aceleraran el cambio hacia el consumo y la producción sostenible y redujeran el agotamiento de los recursos, la contaminación y el desperdicio.

El plan de implementación fue adoptado en la Cumbre 36 y tiene un párrafo (22) que establece la siguiente prioridad: Evitar la producción de desechos o reducirla al mínimo y aumentar al máximo la reutilización, el reciclado y el empleo de materiales alternativos inocuos para el medio ambiente, con la participación de las autoridades gubernamentales y de todos los interesados, con objeto de reducir al mínimo los efectos adversos para el medio ambiente,

augmentar el rendimiento de los recursos y prestar asistencia financiera. Es un plan de acción exhaustivo que habrá de ser adoptado universal, nacional y localmente por organizaciones del Sistema de Naciones Unidas, Gobiernos y Grupos Principales de cada zona en la cual el ser humano influya en el medio ambiente.

Agenda 21, es la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, y la Declaración de Principios para la Gestión Sostenible de los Bosques se firmaron por más de 178 países en la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (UNCED), que tuvo lugar en Río de Janeiro, Brasil entre el 3 y el 14 de junio de 1992.

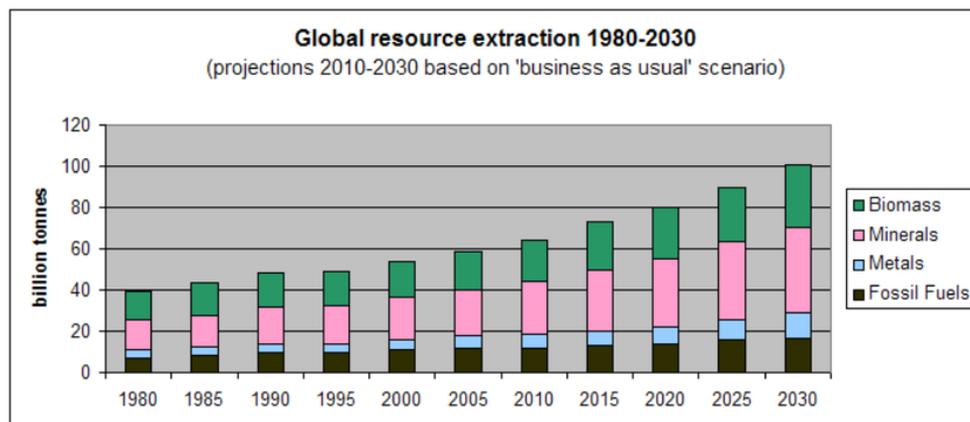
La adopción, en todos los planos, de medidas encaminadas a:

a) Establecer sistemas de gestión de desechos que asignen la más alta prioridad a prevenir o reducir al mínimo la generación de desechos y a reutilizarlos y reciclarlos, así como instalaciones para la eliminación ecológicamente racional de los desechos; idear tecnologías para aprovechar la energía de los desechos; promover iniciativas para el reciclado de desechos en pequeña escala que faciliten la gestión de los residuos urbanos y rurales, que ofrezcan oportunidades de generar ingresos y permita obtener apoyo internacional para los países que desarrollen este tipo de sistemas.

b) Fomentar la prevención y la reducción al mínimo de la generación de desechos alentando la producción de bienes de consumo reutilizables y de productos biodegradables y estableciendo la infraestructura necesaria. (A/CONF.199/20) Por lo tanto, los llamados de las Naciones Unidas y la prioridad al tema en cuestión, muestra un mundo que se enfrenta a numerosos desafíos medioambientales, en este sentido, la proyección que muestra la figura 1

sobre la extracción global de recursos 1980-2030 devala lo que podrían ser los resultados sobre los residuos y la contaminación urbana e industrial.

Figura 1. *Proyección global a 2030 de la extracción de recursos*



Nota: La fuente original tomada de SERI/FoE/Global 2000: 2009 y citada por Bleischwitz. 2010.

Por ello, el tema se considera muy importante en todo el mundo. Las corporaciones y ciudadanos nacionales e internacionales tienen la obligación de prestar mayor atención al desarrollo como tarea global y colectiva, porque según Bleischwitz (2010):

El aumento esperado de la población mundial y las altas tasas de crecimiento económico aumentarán fuertemente la extracción y el consumo de materia prima.

Aunque todavía no hay muchos escenarios globales que señalen el problema, existen aquellos que, más allá de lo mencionado, anticipan una extracción total de recursos cerca de 80 mil millones de toneladas en 2020 y más de 100 mil millones de toneladas en 2030, es decir, más del doble entre 2000 y 2030 (p. 5) Bajo este escenario, Colombia se suma a la política pública mundial denominada “Basura Cero”, la cual, en el Departamento de Antioquia se crea mediante la Ordenanza No. 10 del 22 de abril de 2016, sin embargo, a la fecha no cuenta con los recursos suficientes para la implementación de las acciones que se dejaron planteadas en la política pública. Así mismo, en los municipios de Antioquia existe una infraestructura insuficiente para el manejo de los residuos sólidos, se presenta la necesidad de complementar y potencializar el procesamiento de los residuos sólidos con tecnologías y metodologías actuales, propender porque los residuos sólidos sean una oportunidad y no una carga.

A lo anterior, se suma la desarticulación entre los diferentes actores como son; los gobiernos locales, las organizaciones ambientales, comunales y las universidades, las diferentes empresas públicas y privadas que tiene presencia en cada territorio.

Considerando lo anterior, la pregunta de esta investigación es:

¿Qué modelos de sistemas de gestión integral de residuos sólidos, se han implementado en Colombia y en el mundo, que hoy, son ejemplo de buenas prácticas y permiten ser recomendadas, en el municipio de Sopetrán departamento de Antioquía?

JUSTIFICACIÓN

“Los municipios o distritos, deben garantizar la prestación del servicio de aseo a todos sus habitantes dentro de su territorio” (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2013). Con la gestión integral de los residuos sólidos a través de la implementación de sistemas de

aprovechamiento, no solo se aborda la necesidad de ofrecer servicios públicos con continuidad, cobertura, calidad y confiabilidad, sino también la de garantizar la salubridad pública del territorio, la generación tanto de cultura ciudadana como de preservación ambiental, y la mejora de las condiciones socioeconómicas de las familias que viven del reciclaje. Esta propuesta se convierte en la posibilidad de acercarse y conocer las buenas prácticas identificadas en algunos modelos revisados desde el estado del arte, para así generar recomendaciones de implementación que permitan direccionar el manejo de los residuos sólidos, a un proceso de gestión integral.

Dentro de los tipos de residuos sólidos, algunos por sus propiedades patológicas, inflamables, radiactivas y/o tóxicas, son muy complejos de gestionar y requieren una atención especial. El surgimiento de la pandemia del nuevo coronavirus ha expuesto la debilidad del sistema de salud en el campo del manejo biológico y de residuos, especialmente los equipos de protección personal, que se ha convertido en un alto riesgo de infección.

Este trabajo de investigación se da en el marco de una preocupación real y existente, pues fenómenos como la disposición final de las basuras, el manejo que se le da a ello y la introducción de nuevas formas, maneras, pensamientos y cultura en la producción y consumo, son determinantes para mejorar las condiciones medioambientales que permiten la supervivencia de la humanidad o por el contrario las empeoren.

Un ejemplo de ello es la conducta humana que ha llevado a acelerar el cambio climático. De hecho, en el mundo hoy en día, se observa que las materias primas son cada vez más escasas, la energía más cara y, al mismo tiempo, aumenta la cantidad de residuos. Además, la contaminación del suelo, el aire y el agua representa un riesgo para el desarrollo sostenible en todo el mundo. Los problemas de eliminación de desechos se ven agravados

por los cambios en los patrones de consumo, el desarrollo industrial y la urbanización. Muchos países en desarrollo y economías emergentes se enfrentan al gran desafío de mejorar sus sistemas de gestión de desechos. Los residuos ya no deben depositarse en rellenos informales, basureros ilegales o incinerarse al aire libre, y tampoco deben terminar en ríos o quebradas, lo que genera gases de efecto invernadero nocivos para el clima a medida que se descomponen. Los desechos plásticos en el océano causan un daño considerable a la flora y la fauna y llegan a la cadena alimentaria humana, y aunque la economía circular se considera cada vez más a nivel internacional como una necesidad y una oportunidad, las soluciones al problema de los residuos todavía no parece ser una realidad en la práctica, y si esta realidad, no se ha logrado mostrar en los países de mayor desarrollo, está claro que en Colombia un país hasta el momento de esta investigación considerado de renta media, estará a años de ser un hecho.

OBJETIVOS***OBJETIVO GENERAL***

Realizar una revisión del estado del arte, de algunos sistemas de gestión integral de residuos sólidos en Colombia y en el mundo, que permita, identificar buenas prácticas desde el aspecto económico, ambiental y social, para generar recomendaciones de implementación de un modelo de manejo de residuos, en el municipio de Sopetrán departamento de Antioquia.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar algunos sistemas de aprovechamiento, tratamiento y comercialización de residuos sólidos, fortalecidos y escalados a nivel nacional e internacional, bajo modelos públicos, privados o público-privados.
- Determinar qué buenas prácticas se pueden encontrar, en los modelos de gestión integral de residuos sólidos identificados, que permiten inferir, para que estos sean objeto de réplica en otras ciudades o municipios de Colombia y el mundo.
- Proponer algunas recomendaciones de implementación, de las buenas prácticas evidenciadas en los sistemas de aprovechamiento, con las cuales, se pueda articular un modelo de gestión integral de residuos sólidos, en el municipio de Sopetrán departamento de Antioquia.

ANTECEDENTES

A continuación, se presenta un análisis de antecedentes realizado y enfocado desde el ámbito nacional e internacional; para así, desde la revisión de literatura existente dar a conocer de una manera descriptiva las acciones tomadas por Colombia y otros países del mundo, en materia de gestión integral de residuos sólidos que ha permitido la creación de sistemas de aprovechamiento del material recuperable, como soluciones a las problemáticas ambientales que hoy son discusión de la agenda pública de las naciones, y que buscan ser mitigadas con la implementación de los objetivos de desarrollo sostenible.

ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Schamne y Nagalli (2018), en su artículo Evaluación de la potencial aplicación de los preceptos de logística inversa de residuos sólidos al sector de la construcción civil en Curitiba, Paraná, tuvieron como objetivo general evaluar la aplicación potencial de los principios de logística inversa (RL) en la gestión de RCD en el sector de la construcción civil en la ciudad brasileña de Curitiba y proponer un modelo conceptual para ayudar en la gestión de RCD, la metodología fue de tipo descriptiva. En los resultados se logró observar que uno de los preceptos de la VR es promover sensibilización de los agentes de la cadena productiva para que el retorno de los materiales sea el mejor posible. Sin embargo, la participación de las tiendas de materiales de construcción en la concientización de los consumidores obtuvo solo el 14,6% de los Especialistas. Para finalizar, el estudio reveló que desde que el RL se determinó obligatorio a través del programa del clima espacial nacional, algunos sectores de la economía han establecido sistemas estructurados de LR en sus cadenas de producción, mientras que otras como el sector de la construcción civil, están en proceso de desarrollo y mejora. Dado que gran

parte de los RCD todavía se envía a vertederos o se asigna en áreas irregulares, el RL es una oportunidad para gestionar adecuadamente los RCD, agregando valor al disponer el material de la forma correcta.

Canchucaja (2018), en su tesis Efectos urbano-ambientales producidos por la gestión de residuos sólidos del mercado de abastos “La Hermelinda” en el distrito de Trujillo, 2017, tuvo como objetivo general identificar cuáles son los efectos urbano Ambientales producidos por la actual gestión de Residuos Sólidos del Mercado de Abastos “La Hermelinda” en el distrito de Trujillo, 2017, la metodología tuvo un enfoque cuantitativo de tipo no experimental, diseño correlacional causal transeccional. Los resultados obtenidos fueron que la gestión de Residuos Sólidos, donde se tiene que la mayor cantidad de respuestas está en el nivel eficiente en los siguientes porcentajes: generación de residuos 59%, tratamiento y vertido 46%, recojo y limpieza 43.2%, educación ambiental 35% y transporte de los residuos 5%. Para finalizar, el deterioro del paisaje, la aparición de focos infecciosos, la contaminación de suelos, la emisión de gases, la pérdida de espacios y los riesgos en la salud son los efectos urbano ambientales que se producen por la actual gestión de residuos sólidos del mercado de abastos “La Hermelinda” en el distrito de Trujillo, 2017; siendo el coeficiente de contingencia del estadístico de prueba Tau-b de Kendall es $\tau = 0.68$, con nivel de significancia menor al 1% ($P < 0.01$), se acepta la hipótesis y se rechaza la nula.

Aguilera (2019) en su artículo San Francisco quiere ser una ciudad con cero desperdicios, en San Francisco California, los basureros se están quedando vacíos. La ciudad empezó su camino al zero waste (o desperdicio cero) hace tres décadas, cuando el estado aprobó una ley de manejo integrado de residuos que pedía a sus ciudades desviar una cuarta parte de estos

para 1995 y la mitad para el año 2000. San Francisco fue más allá y en 2003 se planteó dejar de producir desechos para 2020. A poco menos de un año de que se llegue el plazo, se han tenido que replantear su meta, pero han logrado desviar el 80% de sus residuos de los vertederos y son la urbe grande de Estados Unidos con mayor tasa de reciclaje. La ciudad de California fue una de las primeras en Estados Unidos en establecer este objetivo, y aunque es tachado de aspiracional, la medida ha impulsado grandes progresos en la ciudad. En 2008 dos años antes de lo planeado, superó su propósito de recuperar el 75% de los materiales, y hoy la tasa de recuperación es casi 2.5 veces el promedio nacional. La meta de cero desperdicios no es fácil de alcanzar, pues depende de otros factores como los materiales que utilizan los productores al fabricar los objetos, entre otras cosas. Desde 2009, San Francisco hizo también obligatorio para los ciudadanos y los negocios reciclar y compostar, pues consideran que el compostaje es una de las mejores formas para combatir la destrucción del medio ambiente. San Francisco ya ha establecido un récord por las cantidades de basura que recicla y composta, pero aún tiene camino por recorrer para llegar al desperdicio cero. Mientras tanto apuestan por el reciclaje y el compostaje para ayudar a los ciudadanos, las empresas y al mismo gobierno de la ciudad a ahorrar dinero, además de conservar los recursos naturales y proteger al planeta.

Costas (2022), en su tesis Bases para un Manual de Buenas Prácticas Ambientales para el Sanatorio “Prof. León S. Morra” orientado a residuos sólidos y compras verdes, plantea que el objetivo general fue implementar en el Sanatorio “Prof. León S. Morra” un Manual de Buenas Prácticas Ambientales orientado a Residuos Sólidos y Compras Verdes involucrando a pacientes y al personal, con el propósito de incentivar el compromiso con el medio ambiente en el periodo de Enero de 2023- Mayo de 2023, la metodología fue de tipo descriptiva. Los resultados fueron

que entre el 75% y el 85% del total de Residuos Sólidos de los Hospitales son similares a Residuos Domiciliarios; pero por la inadecuada gestión de estos en los servicios de salud, generalmente se mezclan con Residuos infecciosos incrementando la cantidad de estos últimos a ser tratados. Para concluir, se sugiere adquirir la certificación ISO 14.001:2015, entre sus beneficios se destacan: controla y disminuye el uso de los recursos naturales como el agua, ahorro de gastos económicos, cumplimiento de la ley, mayor aprovechamiento de energía en los procesos de elaboración, incrementa la eficiencia, mejora la imagen de la organización, entre otros que tienden a la mejora continua.

Arikan et al. (2017), en su artículo Selección de metodología de eliminación de residuos sólidos utilizando métodos de toma de decisiones de criterios múltiples y una aplicación en Turquía, establecieron como objetivo general determinar el método de eliminación de residuos sólidos más apropiado para Estambul tomando en consideración todos los factores que pueden estar relacionados con los residuos sólidos y los métodos de eliminación, la metodología de la investigación fue de tipo descriptiva. Los resultados se evaluaron 18 criterios que están determinados por el conocimiento y la experiencia de los expertos de Istanbul Environmental Management Industry and Trade Co., Ltd. mediante la realización de una encuesta que se presenta en el Apéndice y la literatura que se lleva a cabo en esta área. Para concluir, la disposición de los desechos sólidos no se consideraba un problema grave, sin embargo, hoy en día los desechos sólidos se envían a través de centros de disposición y reciclaje. Aunque los métodos de eliminación, el reciclaje y la recuperación crean beneficios, el objetivo principal es garantizar la prevención para no producir desechos o producir en un nivel mínimo.

Knickmeyer (2020) en su artículo Factores sociales que influyen en la separación de residuos domésticos: una revisión de la literatura sobre buenas prácticas para mejorar el desempeño del reciclaje en áreas urbanas, tuvo como objetivo principal de la investigación reciclar el 50% de los residuos urbanos para 2020 y reutilizar los 'residuos' como recurso siempre que sea posible, acompañado de una reducción general de los residuos, la metodología de la investigación fue una revisión bibliográfica. Los resultados en el proceso de establecer y mejorar los sistemas de gestión de residuos sólidos municipales (MSWMS) que funcionan bien, la comprensión de los factores sociales fundamentales que influyen en el comportamiento de los hogares suele subestimarse, pero es de suma importancia. Para concluir, el propósito de esta revisión de la literatura es apoyar a los profesionales de WM y a los responsables políticos de diferentes orígenes en la comprensión y motivación del comportamiento de separación de residuos domésticos. La investigación enfatizó la relevancia y la consideración de sus factores sociales subyacentes cuando se trata de la implementación exitosa de MSWMS.

De Souza et al. (2017) en su artículo Tecnologías y sistemas de apoyo a la toma de decisiones para ayudar en la gestión de residuos sólidos: una revisión sistemática, refirieron que el objetivo general fue mapear el escenario mundial de investigación sobre sistemas de apoyo a la decisión para la gestión de residuos sólidos, la metodología fue una revisión sistemática de la literatura correspondiente al tema. Los resultados demostraron que puede ser replicada y continuada por otros investigadores. Con su uso, se espera contribuir con futuros estudios realizados en el campo de la gestión de residuos sólidos, así como ayudar a los investigadores y administradores a recopilar conocimientos sobre tecnologías/métodos adecuados para los desafíos de SWM que tienen a la mano, y sobre las brechas que se puede explorar con respecto

a tecnologías/métodos que podrían ser útiles. Para concluir, el análisis y la discusión proporcionados tienen como objetivo ayudar a los investigadores y gerentes a recopilar información sobre tecnologías/métodos adecuados para los desafíos de SWM que tienen a mano, y sobre las brechas que pueden explorarse con respecto a tecnologías/métodos que podrían ser útiles, así como los procesos en SWM que a la fecha no se benefician del uso de las TIC y los métodos OR.

Aparcana (2017), en su artículo Enfoques para la formalización del sector informal de residuos en sistemas de gestión de residuos sólidos municipales en países de bajos y medianos ingresos: Revisión de barreras y factores de éxito, plantea que el objetivo general fue abordar los problemas sociales vinculados a este sector. Sin embargo, independientemente de estas iniciativas, no todos los intentos de formalización han resultado exitosos debido a la existencia de barreras que impiden su implementación a largo plazo, la metodología fue una revisión sistema de bibliografía referente al tema. Los resultados identificaron aquellas que surgen de la ausencia de medidas para abordar un tema en particular antes de la formalización o debido a condiciones específicas relacionadas con el país o el sector, y su interacción con el contexto de MSWM. El 75% de los estudios de caso tenían barreras persistentes con respecto a cuestiones políticas/legales, el 50% institucionales/organizacionales, el 45% financieras/económicas y el 40% y el 35% de cuestiones sociales y técnicas, respectivamente. Para concluir, el éxito de una iniciativa de formalización no depende de un enfoque específico, sino más bien de la inclusión de medidas apropiadas para el país a nivel político, económico e institucional. El empoderamiento de los recicladores informales se confirma nuevamente como otro factor clave de éxito para su formalización.

Mozombite (2021), en su tesis Buenas prácticas ambientales y manejo de residuos sólidos en la Municipalidad Provincial de San Martín, 202, el objetivo general fue determinar la relación entre las buenas prácticas ambientales y el manejo de residuos sólidos en la Municipalidad Provincial de San Martín, 2020, la metodología de la investigación fue de tipo básica con un diseño de investigación no experimental. Los resultados revelaron que el nivel de buenas prácticas ambientales y el manejo de los residuos sólidos en la Municipalidad Provincial de San Martín, 2020, es regular en un 58% y 48% respectivamente. Finalmente se concluyó que el nivel alcanzado de manejo de residuos sólidos es de forma regular en la Municipalidad Provincial de San Martín alcanzando un 48% de los resultados obtenidos, esto se debe a que la planificación para el proceso de manejo que se le da a los residuos sólidos es de menor eficacia, y todo esto se ve reflejado en el trato que se le da desde el momento de recolección hasta su disposición final de los procesos que implementado por la Municipalidad Provincial de San Martín.

Yukalang et al. (2017), en su artículo Obstáculos para la gestión eficaz de residuos sólidos municipales en un área de rápida urbanización en Tailandia, refirieron como objetivo general determinar las barreras para la gestión eficaz de residuos sólidos municipales (MSWM) en un área de rápida urbanización en Tailandia, la metodología de la investigación fue una búsqueda sistemática de bibliografía referente al tema. Los resultados obtenidos demuestran que un sistema de manejo de desechos que funcione bien permite a los residentes deshacerse de sus desechos de manera adecuada. Los componentes de un sistema de gestión de residuos incluyen las instalaciones y equipos utilizados para almacenar temporalmente los residuos (contenedores de recolección) o transferir los residuos recolectados a su sitio de disposición final. Para concluir,

este estudio ha encontrado que el sistema de gestión de residuos del municipio del subdistrito de Tha Khon Yang no puede soportar el aumento actual en la generación de residuos. Las opiniones de varias partes interesadas proporcionaron información importante para que el TKYSM las considere. Son muchas las barreras que el TKYSM debe superar, entre ellas: técnicas, organizativas, socioculturales, financieras, jurídico-políticas y de crecimiento demográfico.

Arrieta (2017), en su tesis Propuesta de políticas integrales de gestión ambientalmente adecuada de manejo de residuos sólidos para el Distrito Metropolitano de Quito, su objetivo general fue realizar un análisis de la política integral de la gestión de residuos sólidos (GRS), abordando aspectos políticos, legales, institucionales, técnicos, económicos, instrumentales, de ordenamiento territorial, espacial, de sensibilización y educación de la población; así como buenas prácticas ambientales de GRS en Chile, Argentina y Perú, y diferentes herramientas de conservación del medio ambiente a nivel internacional, la metodología de la investigación tuvo un estudio cualitativo, descriptivo y exploratorio de fuentes académicas. Los resultados muestran un comparativo de buenas prácticas aplicadas en Chile, Perú y Argentina, e instrumentos de conservación del medio ambiente a nivel internacional, y a partir de ahí se presenta una propuesta de políticas públicas. Para concluir, para un desarrollo sostenible es necesario la implementación de políticas públicas destinadas al uso responsable, mesurado de recursos, y la prevención, minimización, regeneración, reciclaje y sensibilización de la población.

ANTECEDENTES NACIONALES

Tamayo et al. (2019), en su tesis Diseño de un bono ambiental como estrategia para fomentar el manejo adecuado de los residuos sólidos en el sector Viento Libre del municipio de Tumaco, plantearon como objetivo general diseñar un modelo de bono ambiental como estrategia para fomentar el manejo adecuado de los residuos sólidos entre los habitantes del sector de Viento Libre del municipio San Andrés de Tumaco, la metodología fue de tipo cuali-cuantitativa con un enfoque inductivo, deductivo y analítico. Los resultados obtenidos fueron que la implementación del bono ambiental es una estrategia ecológica que permitirá contribuir a resolver la problemática del aumento diario de los residuos sólidos en el espacio público (calles, playas, parques, etc.) del barrio Viento Libre. En el momento que se logró intercambiar “basura” por puntos redimibles para el pago de diferentes servicios públicos o elementos básicos de la canasta familiar, se genera un modelo de desarrollo económico sencillo, sin ocasionar detrimento público. Para concluir, las autoridades locales es un apoyo fundamental para la implementación de esta alternativa, es una idea que ha funcionado en otros países y lo más importante es que el impacto ha sido positivo, ya que las basuras deben ser un tema de manejo de todos y no de unos pocos.

Ariza y Pinzón (2020), en su tesis Diseño de una guía técnica para el manejo, recolección y disposición de los residuos sólidos del municipio de Cimitarra, tuvieron como objetivo general diseñar una Guía Técnica para el manejo, recolección y disposición de los Residuos Sólidos generados en las viviendas y restaurantes del sector urbano del Municipio de Cimitarra Santander, la metodología fue de tipo descriptiva. Los resultados obtenidos fueron que el plan de manejo de residuos sólidos es una herramienta cuya utilidad se basa en su aplicación, seguimiento y control, partiendo de su adopción por la comunidad y requiriendo una evaluación

y seguimiento continuo para determinar si se están cumpliendo las metas y objetivos del programa. Para finalizar, esta guía es un método para el estudio de los residuos sólidos en los restaurantes que se puede estudiar y analizar desde la perspectiva actual para comprender y solucionar problemas ambientales. Por tanto, esta investigación se centra en el análisis de diagnóstico técnico porque es el punto de partida para la prestación de servicios de limpieza y también el punto de partida para el control y manejo de residuos sólidos.

Lobo (2021), en su tesis Marco base de la política pública de economía circular enfocado en una perspectiva de gestión y manejo de residuos sólidos para la ciudad de Medellín, tuvo como objetivo general construir el marco base integral de promoción de Economía Circular enfocado en Residuos Sólidos para la ciudad de Medellín, la metodología fue una revisión bibliográfica. Los resultados obtenidos fueron que la inadecuada gestión de los residuos sólidos viene generando serios impactos globales que se observan en el agotamiento de los recursos, el cambio climático y la acumulación de basura marina y daños irreparables en muchos ecosistemas. A nivel local, los impactos ocasionados por la inadecuada gestión de los residuos sólidos, se aprecia en el impacto paisajístico, la afectación en el recurso suelo, el deterioro a fuentes de agua, deterioro de la salud de la población y otros a nivel económico. Para concluir, el actual sistema económico está basado en un modelo de crecimiento que se apoya en la producción de bienes y servicios bajo las pautas de eliminar usar-consumir. Este modelo “lineal” conlleva un uso intensivo de recursos naturales y crea una elevada presión sobre el medio ambiente que está detrás de las manifestaciones más graves de la crisis ambiental que se atraviesa, incluido el cambio climático o la pérdida de biodiversidad.

Galíndez (2021), en su tesis Fortalecimiento de los programas establecidos en el Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos del Centro Administrativo Municipal de la Alcaldía de Medellín, tuvo como objetivo general fortalecer los seis programas establecidos en el Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos del Centro Administrativo Municipal de la Alcaldía de Medellín, la metodología de la investigación fue una revisión bibliográfica. Los resultados obtenidos fueron que, al mes de noviembre del 2020, en el Centro Administrativo Municipal se generaron 13454,45 kg de residuos sólidos, de los cuales se recuperaron 6538,64 kg. Este material podrá ser efectivamente reincorporado a las cadenas productivas y económicas, permitiendo la disminución de extracción y consumo de materias primas vírgenes, la reducción en la emisión de gases de efecto invernadero y la prolongación de la vida útil de los rellenos sanitarios. Igualmente, se evidenció un incremento en el porcentaje de aprovechamiento promedio de residuos sólidos en un 3,86%, el cual se calculó comparando los porcentajes promedio de enero a junio (44,61%) y de junio a noviembre (48,48%). Para concluir, se apoyó la gestión ambiental en la institución mediante la participación del proceso de certificación del Sistema de Gestión Basura Cero, el cual es muy importante para el CAM de la Alcaldía de Medellín, ya que demuestra la correcta implementación del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) y el compromiso de mejora medioambiental por sus buenas prácticas relacionadas con la gestión de residuos sólidos.

Moreno (2022), en su tesis Propuesta para el manejo de residuos sólidos en el Relleno Sanitario del Distrito Especial de Barrancabermeja – Santander, tuvo como objetivo general Determinar las estrategias de mejora en el manejo de los residuos sólidos en el Distrito Especial de Barrancabermeja, reduciendo la cantidad de desechos que llegan al relleno sanitario, la

metodología de la investigación tuvo un enfoque cualitativo. Los resultados obtenidos demostraron que Barrancabermeja genera, aproximadamente, 5.817 toneladas de residuos sólidos mensualmente, de los cuales 420 toneladas (7,2%) corresponden a la actividad de barrido y limpieza del área Urbana; 5.052 toneladas mensuales (86,8%) son generadas en la fuente hogares, entidades e industrias- y dispuestas en el Relleno Sanitario. De las cifras totales mencionadas, tan solo 345 toneladas mensuales (5,9%) son aprovechadas por los Centros de Acopio y Bodegas de Reciclaje. Para concluir, se resaltó la importancia de tener en cuenta los postulados contenidos en la propuesta presentada, y sugerir estos ante las autoridades competentes con el fin de disminuir la generación de residuos sólidos a través de la creación de conciencia y cultura social en torno a la separación en la fuente y aprovechamiento de residuos, así como el trabajo conjunto con el sector industrial y productivo en incentivo de la producción limpia y las prácticas empresariales eco amigables y sostenibles.

Rojas et al. (2019), en su tesis Buenas Prácticas de Sostenibilidad en Producción y Reciclaje de Botellas Plásticas Pet en Bogotá, tuvieron como objetivo general establecer cuál es el eslabón que hace falta para poder completar el ciclo de reciclaje de las botellas plásticas PET en Bogotá, la metodología de la investigación fue de tipo cualitativa. Los resultados muestran que el 85% de los encuestados conoce la principal fuente de materia prima del pet, es decir el petróleo, así mismo se indica que el 5% de los encuestados conocen de otras fuentes de materias primas para la obtención del pet. Para concluir, la población en general conoce acerca del reciclaje y de los procesos productivos del pet, sin embargo, este conocimiento no se transforma en hechos, ocasionando que solo una mínima parte de las botellas pet utilizadas en Bogotá, se reintegren al sistema productivo del mismo, es decir se reciclen.

Guevara (2020) en su tesis Análisis y propuesta para el dinamismo de incentivos económicos que promueven la economía circular en materia de residuos sólidos en Colombia, tuvo como objetivo general realizar un análisis normativo y regulatorio que permita identificar los objetivos, metas y mecanismos de remuneración e incentivos con los que cuenta actualmente el país en materia de gestión integral de residuos sólidos, la metodología de la investigación fue de tipo cuantitativa. Los resultados obtenidos para la recuperación de un 70% de los residuos reciclables y de una Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos para el aprovechamiento de un 50% de los residuos orgánicos, se obtendría una reducción de 146.735 Toneladas Equivalentes de CO₂ las cuales, podrían ser comercializadas en un Mercado Nacional por medio de Sujetos Pasivos del Impuesto Nacional al Carbono para certificar ser Carbono Neutros. Para el caso de este ejercicio, a un valor aproximado de \$17.000/Tonelada CO₂ Equivalente, se podría transar la operación por un valor de \$2.494.500.611 que se podría utilizar para financiar los proyectos de aprovechamiento y tratamiento establecidos. Para concluir, se debe modificar el Decreto 926 de 2017, con el fin de que esos nuevos sujetos pasivos del Impuesto Nacional al Carbono, puedan compensar sus emisiones para llegar a ser Carbono Neutro y por ende, no tener que pagar dicho impuesto.

Moreno y Viancha (2019), en su tesis Identificación de alternativas de aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos domiciliarios en el municipio de Tauramena Casanare, tuvieron como objetivo general identificar alternativas de aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos domiciliarios en el municipio de Tauramena Casanare, la metodología de la investigación fue de tipo cualitativa. En los resultados obtenidos se lograron identificar múltiples alternativas para el aprovechamiento de los residuos, las cuales fueron comparadas según los

criterios de adhesión a la infraestructura con la que se cuenta en el municipio, el mejoramiento de los procesos y la obtención de productos útiles para la región. Para concluir, se estableció que la alternativa de aprovechamiento que cumple con los criterios expuestos anteriormente es el sistema de pilas estáticas con aireación forzada, mediante la cual se obtendría abono orgánico para el sector agrícola. Las bondades de este sistema permitirían un rendimiento eficiente dentro de los procesos gracias a su autonomía y fácil control de los estándares de humedad y temperatura disminuyendo los tiempos de generación de compost de 4 meses a un promedio de entre 3 a 5 semanas y evitando la generación de malos olores, lixiviados y la proliferación de vectores.

Martínez (2021), en su tesis Implementación de iniciativas eficientes para el mejoramiento del manejo de residuos sólidos peligrosos, uso y ahorro del agua en la empresa agrícola Sara Palma S.A, estableció que el objetivo general fue implementar la ejecución del programa de manejo de residuos sólidos y captación y reutilización de aguas lluvias en algunas fincas de la empresa Agrícola Sara Palma S.A., además la metodología de la investigación fue de tipo descriptiva. Por otra parte los resultados asociados a estas funciones se encaminaron al diseño de estrategias que promovieran el manejo adecuado de los residuos sólidos y peligrosos, incorporando además el tema de uso y ahorro eficiente del agua, una de estas estrategias fue el punto de disposición final de pilas usadas, fue diseñado con material reciclable con indicaciones sobre los elementos a depositar por parte de la comunidad (trabajadores), donde se enfatizó en la necesidad de hacer uso correcto de estos elementos para contribuir al medio ambiente. Para finalizar, en el área de gestión ambiental y certificaciones se respecto a los procesos generó un aporte significativo para la implementación de recolección de residuos

sólidos, esto se pudo lograr a partir de la señalización de lugares y objetos dentro de la empresa, con el fin de orientar a los trabajadores con respecto a la importancia de disponer y separar de forma correcta los residuos sólidos y contribuir al medio ambiente.

Giraldo (2020), en su tesis Propuesta de manual para la implementación del Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos (SGIRS) para los talleres de mecánica automotriz en la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca-Colombia, refiere como objetivo general, formular una propuesta de manual para la implementación del Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos (SGIRS) en talleres de mecánica automotriz establecidos en la ciudad de Santiago de Cali, la metodología de la investigación fue de tipo deductiva. En los resultados obtenidos se observó que los residuos especiales (llantas) fueron cuantificados por unidades y no por peso, por lo tanto, no fue consignado. Para concluir, se establecieron 3 componentes dentro de los que se encuentran la administración, técnico-operativo e información, educación y comunicación, así como el seguimiento y monitoreo de estos.

Lavao y Yepes (2021), en su tesis Elaboración de abonos orgánicos derivados de los residuos sólidos aprovechables, procedentes del restaurante escolar en la Institución Educativa Rural Las Lajas de la Inspección de Yurayaco, del municipio de San José del Fragua, plantearon como objetivo general elaborar una propuesta que utilice el abono orgánico como medio para resignificar la educación ambiental y el cuidado de la casa común de las niñas y niños del grado 8° de la I.E.R Las Lajas de Yurayaco, municipio San José del Fragua, la metodología tuvo un enfoque cualitativo. Los resultados obtenidos fueron que se desarrolló principalmente en las actividades de exploración, a través de una serie de ejercicios que determinan los saberes previos y experiencias que el estudiante tiene en relación con los temas propuestos. A la vez que

permite ajustar las estrategias pedagógicas para aprovechar al máximo cada oportunidad de aprendizaje. Para concluir, es indispensable diseñar actividades y estrategias que se ajusten al contexto e incentiven, fortalezcan e involucren al estudiante, como actividades grupales y educativas, como las que se realizaron para el estudio, cambiando su paradigma frente al ámbito académico, donde, se pudo observar el desarrollo de habilidades de solidaridad, responsabilidad, manejo de roles dentro del grupo de trabajo, logrando, además, una apropiación del concepto trabajado.

MARCO TEÓRICO

Residuos sólidos

Los residuos sólidos son todos aquellos residuos que provienen de actividades animales y humanas, que normalmente son sólidos y que son desechados como inútiles o superfluos (Cortés, 2018).

Son residuos sólidos, basura, desperdicio, todos, los residuos que se descartan y esto se incluyen los residuos sólidos, semisólidos, líquidos y materiales gaseosos en recipientes (Rodríguez y Maya, 2017).

Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido que es resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicio, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo producto, con valor económico o de disposición final (Huamaní et al., 2020).

Origen de los residuos sólidos

Según Villegas y Laines (2017), los residuos sólidos se originan por:

- **Los organismos vivos:** Dentro de este grupo se incluyen todos los desperdicios que generan los seres vivos como los desechos de las funciones que estos realizan, como, por ejemplo: la caída de las hojas, flores y frutos de las plantas, los desperdicios que se generan por las excretas de los animales y la descomposición de los organismos muertos.
- **Los fenómenos naturales:** Se incluyen los residuos derivados de los ciclos o fenómenos naturales, tales como: las erupciones volcánicas, los huracanes, los tornados, la sedimentación y la erosión de los suelos productos de la lluvia y el viento.
- **La acción directa del hombre:** Dentro de este grupo se localizan los residuos más peligrosos para el medio ambiente ya que muchos de ellos presentan un efecto negativo y prolongado en el entorno, lo cual viene dado en muchos casos por la propia naturaleza de los desechos, como ejemplo de esto se tienen los residuos domésticos, hospitalarios y los de construcción.

Composición

Los residuos sólidos, se componen principalmente de los desechos procedentes de materiales utilizados en la fabricación, transformación o en la utilización de bienes de consumo, ellos con un correcto reciclado son idóneos para poderse reaprovechar o transformarse, los principales generadores y/o productores de residuos sólidos son las personas (Canchari e Iannacone, 2021).

Se representa a los componentes que forman estos residuos expresados en porcentaje en peso, en este sentido, la composición puede ser variada y también se puede ser influida por una serie de factores, entre los que se destacan los siguientes como los más relevantes:

- El poder adquisitivo, cuanto mayor es el nivel de ingresos, menor es el porcentaje de materia orgánica que se encuentran en los residuos sólidos urbanos, ya que la población con ingresos económicos medios-elevados suelen comer fuera de casa durante los días laborales y al mismo tiempo, aumenta considerablemente la presencia de los envases y embalajes con respecto a la población con ingresos bajos.

- El desarrollo económico, social y cultural de la zona, la composición de los residuos sólidos urbanos está íntimamente ligada al nivel económico, social y cultural de la población, ya que solo dependiendo de sus hábitos se obtendrán diferentes composiciones de los residuos.

- La localización, la producción de residuos sólidos varía dependiendo de la zona de estudio: existen grandes diferencias entre la composición de los residuos sólidos urbanos de las grandes ciudades y la de los pueblos, en otras palabras, en las grandes ciudades se consumen productos con más elaboración, con los que se reduce la fracción orgánica de los residuos y se incrementan las fracciones de vidrio, papel, cartón y plástico.

- La época estacional, en verano se consume más frutas y verduras, con lo que se incrementa la producción de residuos con un alto contenido en materia orgánica, mientras que en el invierno aumenta la producción de cenizas (Carmen et al., 2019).

Residuos no peligrosos

Con respecto a Ochoa (2018), los residuos no peligrosos se subdividen en:

- **Residuos aprovechables:** Es cualquier tipo de material, objeto, sustancia o elemento que no posee ningún valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo.

- **Residuos no aprovechables:** Es todo material de origen orgánico e inorgánico, que se puede descomponer o no y es proveniente de actividades domésticas industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrecen ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo.
- **Residuos orgánicos biodegradables:** Son aquellos que poseen la característica de poderse desintegrar o degradarse de forma rápida transformándose en otro tipo de materia orgánica.

Gestión integral de residuos (GIR)

Es un conjunto de operaciones y disposiciones que están encaminadas a dar a los residuos producidos al destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final (Sosa y Morales, 2022).

Es una metodología de trabajo eficaz que incluye: la planeación, organización y administración integral en la toma de los residuos y que se puede aplicar en tres diferentes ámbitos que son: las municipalidades, empresas y en las comunidades organizadas (Rodríguez et al., 2021).

La gestión de residuos sólidos puede ser definida como una disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recogida, transferencia y transporte, procesamiento y evacuación de los residuos de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la económica, ingeniería, conservación, estética y de otras consideraciones ambientales y que también responde a las expectativas públicas (Brenes, 2018).

Es el conjunto de disposiciones encaminadas a dar a los residuos producidos el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final (Hernández, 2018).

La gestión integral de residuos sólidos es una metodología donde se manipulan los residuos sólidos para su reducción, reciclado, transformación y vertido, así como en el control sistemático y determinado de los elementos funcionales con su generación, manipulación, separación, procesamiento y transformación, entre otros (Hillenbrand y Villarreal, 2021).

Etapas de la Gestión Integral de Residuos Sólidos

Según Celis y Cortes (2020), las etapas de la Gestión Integral de Residuos Sólidos son:

- **Diagnóstico:** En esta primera etapa lo que se busca es poder identificar el estado inicial en cuanto a la Gestión Integral de sus residuos sólidos en el cual se desea implementar la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, para esto se tienen que considerar los siguientes aspectos: la información técnica, información de la infraestructura existente y la revisión del grado de educación ambiental de la comunidad.
- **Separación en la fuente:** Es la piedra fundamental de la adecuada gestión de los residuos y esto consiste en la separación selectiva inicial de los residuos que proceden de cada una de las fuentes determinadas, dándose inicio a una cadena de actividades y procesos cuya eficacia depende de la adecuada clasificación de los residuos, en otras palabras, para realizar una correcta separación de la fuente se tiene que disponer de recipientes adecuados, que en

términos generales tienen que ser un material resistente que no se deteriore con facilidad y cuyo diseño y capacidad puedan optimizar el proceso de almacenamiento.

- **Recolección y transporte:** Se tiene que realizar de forma selectiva, esto quiere decir, poder definir los horarios para poder recolectar de forma separada los residuos reciclables, no reciclables y orgánicos que se producen y que serán llevados al sitio de disposición final.

- **Tratamiento:** Consiste en poder obtener nuevos materiales o materia prima para otros productos a partir de los residuos separados, la transformación puede ser físicas, o modificaciones en la forma y tamaño y las químicas son las modificaciones de sus componentes y estructuras.

- **Comercialización:** Los materiales una vez sean adecuadamente separados y transformados podrán ser comercializados por el municipio, para poder garantizar el éxito de esta etapa es necesario poder calcular la cantidad de residuos generados y de estos cuantos son reciclables o aprovechables, hay que tener en cuenta que el máximo provecho se logra mientras mayor sea la capacidad de almacenamiento de los materiales separados y de su limpieza.

- **Disposición final:** Es el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en especial los que no se pueden aprovechar, de forma definitiva, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para poder evitar la contaminación y los daños a la salud humana y al medio ambiente en general.

- **Sitios de disposición final:** La adecuada disposición de residuos sólidos es de suma importancia para poder minimizar los principales efectos negativos de los residuos sólidos sobre la salud pública, como la proliferación de moscas, ratas, cucarachas, entre otros, y los efectos sobre el medio ambiente como la contaminación de las fuentes de agua que la mayoría

de los casos surten los sistemas de acueductos municipales, la contaminación del suelo y de las aguas subterráneas y contaminación del aire por la generación de los malos olores, y es por esto que es necesario la construcción de sitios técnicamente diseñados para la construcción, operación y disposición final de los residuos.

Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS)

Es un conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos y actividades, que están definidos por el ente territorial para la prestación del servicio de aseo, acorde con los lineamientos definidos en los planes y esquemas de ordenamiento territorial y está basado en la política de gestión integral de residuos sólidos, el cual está basado en un diagnóstico inicial, en su proyección hacia el futuro y en un plan financiero viable que permite poder garantizar el mejoramiento continuo de la prestación del servicio de aseo, evaluado a través de la medición de los resultados (Pérez y De Jesús, 2021).

Es un grupo ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos y actividades, que están definidos por el ente territorial para la prestación del servicio de aseo y se basa en la política de gestión integral de residuos sólidos, que permite realizar ejecuciones durante un periodo determinado de tiempo, se basa en un diagnóstico inicial, en su proyección hacia el futuro y en un plan financiero viable que permite poder garantizar el mejoramiento continuo de la prestación del servicio de aseo, y es evaluado a través de la medición de resultados (Celis y Cortes, 2020).

Etapas del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos

Desde este marco el PGIRS se puede observar como un proceso de tres etapas:

- La primera etapa está enfocada a la identificación de los sectores productivos generadores de residuos sólidos, el diagnóstico del estado de los residuos sólidos de los

hospitales y similares y la eventual identificación de la línea base de los residuos sólidos, con el propósito de tener un punto de partida claro que permita identificar las falencias y fortalezas y que permita poder tener un comparativo al momento de evaluar el proceso de gestión.

- La segunda etapa, es la implementación de programas de Manejo Integral de Residuos Sólidos (MIRS), en los distintos sectores generadores, ya bien sean domésticos, hospitalarios, comerciales e industriales, con el único fin de poder inculcar en cada uno de ellos las distintas etapas que componen el MIRS.

- Por último, es indispensable la articulación de los sectores que generan los procesos de producción más limpia que incluye el análisis del ciclo de vida del producto para que de esta forma se facilite una gestión diferenciada de los distintos tipos de residuos generados (Muñoz, 2018).

Organización y conformación de un grupo coordinado para la elaboración del PGIRS

Para De la Cruz (2017), poder organizar un grupo interdisciplinario para el desarrollo del proceso, el cual establecerá las instancias para poder promover la participación de los distintos actores que están involucrados:

- **Alcance:** De acuerdo con lo establecido en el artículo 8° del Decreto 1505 de 2002 y el artículo 9° del Decreto 1713 de 2002, el plan de gestión integral de residuos sólidos es un elemento de planificación del servicio público de aseo, que está compuesto por un conjunto ordenado de objetivos, metas, estrategias, programas, proyectos y actividades, de corto, mediano y largo plazo.

- **Diagnóstico:** El diagnóstico deberá establecer las condiciones actuales, en sus componentes técnico, operativos, comerciales, administrativos y financieros, así como las características físicas, socioeconómicas, institucionales y ambientales existentes en la entidad territorial, con relación en la generación y manejo de los residuos, el diagnóstico tiene que desarrollarse a través de un proceso de análisis de la realidad actual que permite:
 - Identificar, describir, analizar y evaluar los problemas asociados en los diferentes componentes de la prestación del servicio público de aseo y la gestión integral de los residuos sólidos en el territorio del municipio.
 - Plantear las causas y reconocer las consecuencias de dichos problemas.
 - Definir las responsabilidades e importancia de los distintos entes y actores involucrados.
 - Los resultados esperados del diagnóstico son la definición de una línea base y de los valores asociados a un conjunto de indicadores que describen el estado actual de la prestación del servicio, ordinario y especial.
- **Diagnóstico general:** Se deberán de establecer las condiciones actuales, en donde se podrá formular el plan de gestión integral de residuos sólidos, en los siguientes aspectos:
 - Temperatura media, precipitación, evapotranspiración.
 - Descripción general de la geología del municipio.
 - Usos del suelo y áreas definidas para el servicio del aseo, de acuerdo con el plan de ordenamiento territorial (POT), incluir mapa de usos del suelo.

- Geografía regional y conectividad con otros municipios, incluyendo las vías de comunicación y descripción del estado de las mismas, topografía, distancias entre el casco urbano y las áreas que están definidas en el POT para la infraestructura y la disposición de los residuos sólidos.

- Demografía, poder establecer la población total, la densidad por sectores, el crecimiento anual de la población para el periodo de análisis.

- **Diagnóstico ambiental:** Determinar las condiciones ambientales de los recursos empleados en el servicio público del aseo y su situación actual, así como el cumplimiento de la normatividad ambiental, para tal efecto se tienen que establecer los siguientes aspectos:

- Descripción de los impactos ambientales generados.

- Identificar las autorizaciones ambientales otorgadas por la autoridad ambiental competente al sitio de disposición final y las unidades de aprovechamiento.

- Identificar las fuentes de agua cercanas y el nivel de afectación del sitio de disposición final sobre las mismas.

- Descripción el sistema de gestión ambiental.

Principales modelos de aprovechamiento de desechos sólidos

Los principales modelos de aprovechamiento corresponden a los criterios orientadores necesarios para implementar el modelo propuesto, el cual no solo busca aumentar el aprovechamiento de los residuos inorgánicos reciclables, sino también, el aprovechamiento y tratamiento de los residuos orgánicos de acuerdo con los siguientes principios:

- **Economía circular:** El origen de la economía circular proviene del campo de estudio de la ecología industrial que surgió a principio de los años noventa y que incluye un

pensamiento de la economía de servicio funcional o también denominada economía del rendimiento de Walter Stahel, en otras palabras, esta propuesta se fundamenta en tres principios claves, los cuales abordan varios de los retos, en termino de recursos y del sistema, a los que han de hacer frente las economías industriales. El primer principio es el de preservar y mejorar el capital natural, es decir, que se tienen que rotar los productos, componentes y materiales tanto como sea posible y con la máxima utilidad en todo momento, el segundo principio es el de optimizar el uso de los recursos y buscar que los productos sean diseñados de forma que puedan no solo repetirse en su proceso de fabricación como en la economía lineal sino que la restauración y el reciclaje sean componentes de ese proceso y el tercer principio trate de fomentar la eficacia del sistema, eliminando las externalidades negativas, pudiendo reducir los daños ambientales y aquellos asociados al uso humano. En Colombia, a través de la Política de gestión integral de residuos y la Política de producción más limpia y con la expedición de la Política de parques industriales ecoeficientes que forman parte de la Secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá en el año 2000 presentó sus primeras iniciativas directamente relacionadas con la economía circular (Castro, 2018).

- **Cultura ciudadana:** Es el conjunto de creencias, hábitos y comportamientos que permiten la convivencia en la ciudad y el reconocimiento de los derechos y deberes ciudadanos ya que concibe con los hábitos y comportamientos sociales como construcciones culturales que pueden aprenderse, la transformación de la cultura ciudadana no solo depende de las acciones que se planean y ejecutan sino desde el ámbito institucional y gubernamental, sino que tiene que existir una articulación entre las entidades con el compromiso personal y grupal de todos los que pertenecen a la ciudad, un enfoque de cultura ciudadana aplicado al modelo de aprovechamiento

entiende los comportamientos y hábitos de la sociedad como las construcciones sociales que pueden aprenderse y considera que la transformación de los mismos inicia con el entendimiento de las normas informales que determina lo que es culturalmente aceptable o no, y no solo con la validación de las normas formales que modifican los comportamientos sobre la base del temor al castigo (Beltrán y Vargas, 2019).

- **Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y responsabilidad del consumidor:** El diseño e implementación de un esquema REP dentro del modelo de aprovechamiento, solo requiere la articulación de los actores sobre el ciclo de vida de los productos comercializados, que permita la valoración de los productos en su fase posconsumo y la transición de la economía lineal hacia un modelo de economía circular, de acuerdo con estudios del sistema iberoamericano de responsabilidad social empresarial, el componente por excelencia hacia la gestión integral de los residuos y su aprovechamiento dentro de un sistema de economía circular es la figura de la responsabilidad extendida del productor la cual produce una reducción de disposición de residuos en vertederos y por ende de los gases de efecto invernadero emitidos desde los mismos (Granados, 2022).

Sistemas de aprovechamiento de residuos sólidos

A pesar de que existen una amplia variedad de sistemas de tratamiento de residuos, los más comunes son los siguientes:

- **Incineración:** A través de este sistema de tratamiento de residuos, los residuos sólidos se destruyen térmicamente mediante su oxidación completa y estos se transforman en gases de combustión y productos sólidos que son las cenizas y las escorias, y por medio de esta técnica y con la ayuda de plantas especializadas es posible poder generar energía (Díaz, 2021).

- **Vertido controlado:** Debido a su menor costo con respecto de otros sistemas, este proceso aún se emplea en la mayoría de los países, normalmente situados en canteras o minas abandonadas, es de suma importancia un buen diseño y gestión del vertedero para poder reducir lo máximo posible el impacto sobre el terreno (Hernández et al., 2018).
- **Pirolisis:** Es un tratamiento de residuos térmicos en el que los residuos se calientan a altas temperaturas con una cantidad mínima de oxígeno, ya que este proceso se lleva a cabo en un contenedor sellado de alta presión, siendo este proceso más eficiente que la incineración y pudiendo generar mucha más energía para su eventual recuperación y utilización (Vilca et al., 2022).

MARCO METODOLÓGICO

Objetivo del marco metodológico

Es el de desarrollar los aspectos metodológicos que serán utilizados para llevar a cabo el presente trabajo de investigación.

Tipo de estudio

Dadas las características del tema, es una investigación longitudinal, es decir se realizó un análisis de la evolución del manejo de los residuos sólidos en Colombia y en el mundo; esta investigación será de carácter exploratorio, definición que encaja muy bien con el tipo de trabajo que se pretende, basados en la evidencia de las primeras lecturas bibliográficas, se decide que esta investigación exploratoria construya recomendaciones o propuestas metodológicas que permitan a futuro desarrollar pilotos o modelos, basados en las buenas prácticas existentes.

También es de tipo descriptiva porque nos permitirá analizar los factores y hechos que influyeron en el mundo y localmente para realizar una buena gestión de los residuos sólidos, haciendo un análisis detallado de los proyectos más relevantes y de esta manera poder determinar los más aptos para poder implementar en el municipio de Sopetrán.

Sin embargo, se utilizó como recurso principal la investigación documental, apoyándose en fuentes primarias, conociendo el trabajo de otros investigadores y ciudades sobre el manejo de residuos sólidos, mostrando diferentes puntos de vista y aplicaciones que sirven para ver la mejor opción u opciones a ser utilizadas en el Municipio de Sopetrán.

Fuentes de información

Fuentes primarias

La principal fuente de información será la bibliográfica, se buscó información sobre proyectos relevantes puestos en marcha, de gestión y uso correcto de los residuos sólidos en el mundo y en Colombia.

Fuentes secundaria

Se utilizaron como material de apoyo monografías, tesis, artículos de revistas, libros y páginas web que contuvieran información sobre las buenas prácticas del uso de residuos sólidos.

Técnicas de investigación

Para el trabajo se utiliza la técnica de investigación documental, que consiste en la identificación, recolección y análisis de todos los documentos oficiales, fuentes administrativas y/o gubernamentales, revisión documental, Web Scraping y fuentes confiables sobre prácticas y gestiones de residuos sólidos realizadas en ciudades del mundo y en Colombia.

Partes de proyecto

En la primera parte de la investigación, se realizó un rastreo de información sobre gestión de residuos sólidos, modelos de medición, diccionarios temáticos, guías, normas y leyes, protocolos, entre otros. De la literatura encontrada se realiza un análisis descriptivo que permita la reconstrucción del estado del arte del tema en cuestión. Luego, obtenida la claridad sobre las distintas propuestas o modelos existentes se llega a la conclusión de establecer cuáles podrían ser las categorías principales y los indicadores que permitan analizar el problema.

La segunda parte, consistirá en aproximarse a los potenciales casos de estudio. La aproximación se realiza a través de búsqueda temática por la web. La red permitirá establecer la existencia de varios registros de datos (fuentes primarias) en ficheros con formato xlsx.

En la Tercera parte están los resultados esperados con el presente proyecto, que serán la revisión del estado del arte de algunos sistemas de gestión integral de residuos sólidos en Colombia y en el mundo que han logrado transformar las problemáticas socio ambientales del indebido manejo de los desechos, en modelos exitosos para municipios y ciudades a nivel nacional e internacional. Se identificaron las buenas prácticas ejecutadas en los mencionados modelos, y desde el acercamiento y desarrollo de conocimiento metodológico, se generaron recomendaciones de implementación de un sistema de aprovechamiento basado en la valorización de los residuos sólidos, en el municipio de Sopetrán departamento de Antioquia. Donde el adecuado manejo desde una gestión integral, permita maximizar el bienestar y la calidad de vida de las personas que habitan y visitan al municipio, y permita garantizar la senda de crecimiento económico desde el desarrollo productivo y empresarial del territorio.

POTENCIALES CASOS DE ESTUDIO

Después de haber realizado el análisis del Estado de Arte de la presente investigación, se evidenció que existen muchos casos exitosos a nivel nacional e internacional sobre la Gestión de Residuos Sólidos, de los cuales a continuación se detallan los más relevantes.

Prácticas exitosas en la gestión de residuos sólidos a nivel nacional e internacional

A continuación, se describen los sistemas empleados en el país y a nivel internacional. Los factores que fueron tomados en cuenta para la descripción de los sistemas de gestión de los residuos sólidos, en cada lugar, fueron de orden político, económico, ambiental, tecnológico y educativo:

a. Nacionales

La implementación de los 7 programas post-consumo ha sido activamente llevada a cabo por el MADS, la ANDI y diversas empresas interesadas en dichos programas. La ANDI ha trabajado activamente tanto en la creación como en la implementación de dichos programas, dentro de los programas se tiene: programa azul-programa post-consumo de medicamentos vencidos, el objetivo es recolectar medicamentos vencidos o parcialmente consumidos, en manos del consumidor final, con el propósito de darle una disposición ambientalmente adecuada, previniendo que se adulteren y se falsifiquen los mismos. Se tiene el programa pilas con el ambiente-programa post consumo de pilas y acumuladores usados, las baterías que se recolectan tendrán un tratamiento adecuado garantizando su seguridad, se han instalado diferentes puntos de recolección que facilitan la disposición por parte de los consumidores. También se tiene el programa post consumo de recolección de envases de plaguicidas, se han

diseñado colectores de color amarillo, los cuales se identifican como puntos amarillos, estos se encuentran ubicados en los supermercados, tiendas, alcaldías, empresas, para así facilitarles a los consumidores la correcta disposición de estos envases. Para finalizar también se tiene el programa post consumo de llantas usadas, la asociación nacional de desechos industriales (ANDI) es el plan de gestión de devolución de llantas usadas, en otras palabras, se trata de un programa de logística inversa, mediante el cual los ciudadanos dejan sus llantas usadas en los puntos de recolección, en donde son recogidos por el operador y procesadas técnicamente y luego se convierten en materias primas para otros nuevos procesos o aplicaciones.

- **Antioquia:** En Antioquia, la transformación del proceso de manejo de residuos sólidos en cuanto a lo normativo ha sido el mismo que se ha realizado a nivel nacional. No obstante, el Departamento, en lógica de articulación con los Municipios - son estos los que finalmente asumen la responsabilidad en el manejo de residuos, a pesar de obedecer a una política central como ya se ha visto- ha presentado ante la Asamblea Departamental, el proyecto de ordenanza Basura Cero con el propósito de reducir la disposición final de residuos sólidos y en especial para configurar una experiencia de manejo regional del tema. El departamento de Antioquia es el tercero a nivel nacional en Colombia con la mayor cantidad de residuos sólidos dispuestos, con 3.572,26 ton/día, esto equivale al 11,54% de la generación nacional, de este porcentaje, en Medellín aporta 1.830, 36 ton/día, es decir, el 51,20% de total departamental, la recolección y disposición de estos residuos se dan mediante la prestación del servicio público cuya reglamentación se enmarca en la Ley 142 de 1994. Para la recolección de los residuos sólidos se emplean distintos métodos que son la recolección puerta a puerta, por medio de contenedores,

recolección por medio de cajas estacionarias y recolección multiusuario, la recolección se lleva a cabo con una frecuencia de dos veces por semana para el sector residencial que son los lunes-jueves, martes-viernes o los miércoles-sábado, para un total de 104 veces al año, para la zona no residencial la frecuencia fluctúa desde dos a siete veces por semana, dependiendo de la cantidad de residuos generados por cada suscriptor, en otras palabras de entre 104 a 365 veces al año. El proceso de disposición final de los residuos que son recolectados por la empresa EMVARIAS, se realizan a través del método de relleno sanitario en la instalación del Parque ambiental La Pradera, ubicado en el municipio de Don Matías, este relleno es operado por la empresa EMVARIAS en cuanto a los residuos sólidos aprovechables, son separados en la fuente por 19 empresas, entre asociaciones y corporaciones que agremian la comunidad recicladora del municipio (López y Orozco, 2020).

- **Barranquilla:** Los impactos negativos que, según la alcaldía de Barranquilla, vienen siendo objeto de intervención, están relacionados con el seguimiento y actualización de los programas para el fomento de la reducción, manejo, separación en la fuente, recogida selectiva y aprovechamiento de los residuos sólidos, aunque los niveles de cobertura han mejorado notoriamente en los últimos años, existen aspectos susceptibles de evaluación, como la recolección, manejo y disposición de basuras. Al día de hoy, la disposición final se realiza en rellenos sanitarios, que pueden estar generando impactos negativos porque aún no se ha evolucionado en el tratamiento y enfoque de sostenibilidad que permita insertar a los Planes de Gestión Ambiental Regional (PGAR) los comandos o parámetros mejorados. Cómo todo programa de control, manejo y seguimientos los programas de

gestión de los residuos sólidos en la ciudad de Barranquilla sigue siendo objeto de seguimiento por parte de los diversos organismos, encontrando entre los aspectos que posean ventajas competitivas, la cobertura de recolección el manejo y la disposición de los residuos que se generan en el municipio se estima que representa el 75%, de forma adicional, los residuos en las zonas urbanas, si bien han crecido, también se vienen gestionando de manera apropiada, aunque los estudios señalados mostraron una gran oportunidad de mejora en los aspectos de sostenibilidad, por lo tanto, se proyecta que este aspecto puede posicionarse aún más en los próximos años y poder optimizar la gestión enriqueciendo los programas actuales con los avances que las concepciones de sostenibilidad vienen incorporando en la gestión medioambiental. Finalmente, otros de los aspectos es la generación de cultura que los PGIRS han derivado en la comunidad, ya que en los años anteriores se habían podido lograr algunos avances, pero nada tan notorio como lo observado a la fecha, aunque todavía existen aspectos a mejorar si es de forma destacable el cambio, control y disposición que se vienen realizando por todas las personas asociadas en el proceso integral. En este mismo sentido, la necesidad de insertar aspectos como la sostenibilidad para potenciar el alcance de los PGIRS, deben ser analizados con miras a optimizar la gestión medioambiental, factor esencial para el desarrollo del aparato socio-económico de las localidades. Conformar equipos interdisciplinarios donde se vinculen personas que cuenten con la formación académica requerida para abordar las renovaciones o actualizaciones de los PGIRS y, a partir del trabajo idóneo, lograr las innovaciones necesarias para el buen uso de los recursos dispuestos por el municipio de Barraquilla, articulando la participación de todos los

actores. Los actores directamente implicados serían las alcaldías municipales, la gobernación y los ministerios de interés; desde estos organismos se deben desarrollar las actuaciones necesarias para promover una gestión medio ambiental ajustada a las tendencias observadas. Estas iniciativas se proponen para periodos de ejercicio anual, pues los movimientos económicos y la organización social cambian de manera permanente, lo que demanda una revisión adecuada de los programas de gestión que implican el bienestar común. De este modo, es fundamental la puesta en marcha de procesos estandarizados hacia la gestión de los residuos sólidos en la ciudad de Barranquilla, con especial énfasis con la contaminación e impacto ambiental generado hacia el Rio Magdalena. La observancia de los avances mundiales puede ser un factor diferencial que propicie no solo los aportes al tema, sino también innovaciones oportunas para la mejora de la calidad de vida que beneficie las partes de interés, especialmente dentro de la ciudad de Barranquilla donde existe una importante necesidad por desarrollar procesos efectivos encaminados a la gestión de desechos sólidos de las diversas industrias existentes (Hernández et al., 2020).

- **Departamento de Cundinamarca:** En Colombia, especialmente en el Departamento de Cundinamarca el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos se ve como un proceso aislado dentro del servicio de aseo público. El tratamiento de estos residuos se hace en vertederos o incineradoras que a menudo se encuentran en zonas minoritarias o deprimidas, generando un incremento en problemas de salud y de pobreza. La producción de residuos sólidos orgánicos por cada habitante se encuentra alrededor de 0,7 kg/hab. A la fecha, existen problemas en el sistema de aprovechamiento en los

procesos de compostaje y lombricultivo del Departamento de Cundinamarca, presentando riesgos ambientales y de salud pública. En la información suministrada en la resolución defensoría No 62 del Departamento de Cundinamarca, se evidencia la situación de las plantas de compostaje y lombricultivo del Departamento de Cundinamarca. Se realizaron visitas en las plantas de Guaduas y se encontró construcciones de composteras para aplicación de la técnica de lombricultivo; estas dificultan el volteo de los residuos, y por lo general se realiza en pilas. El proceso de tamizaje se realiza manualmente, para proceder al empaque del producto, almacenamiento y comercialización. De este modo, la propuesta de aprovechamiento sustentable pretende aproximarse a un modelo de optimización conceptual, técnico y matemático para el apoyo en la toma de decisiones con el fin de minimizar impactos ambientales. El modelo de optimización para las plantas de compostaje y lombricultivo del departamento de Cundinamarca, se desarrolla bajo criterios técnicos, matemáticos, ambientales y económicos propios de la investigación. Es por ello, que la ecuación de optimización parte de la base económica de utilidad con el fin de determinar la sostenibilidad de las plantas en el tiempo, teniendo en cuenta los ingresos de venta del producto final, costos de inversión, y la reducción del costo en su totalidad por la disposición final de los residuos sólidos orgánicos en el relleno. El modelo para plantas de compostaje y lombricultivo es una herramienta que apoya a los tomadores de decisión a definir la viabilidad técnica, económica y ambiental en la construcción de plantas de aprovechamiento de compostaje y/o lombricultivo (Castañeda y Rodriguez, 2017).

- **Manizales:** Dado que la orientación del presente Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos se basa en el concepto de área limpia, la actividad de barrido y limpieza de vías y áreas públicas deberá alcanzar una cobertura total dentro del perímetro urbano del municipio de Manizales. Adicionalmente se deberán considerar los siguientes lineamientos: Barrido y limpieza de vías pavimentadas y áreas duras: El prestador estará en la obligación de efectuar el barrido y recolección de todos los residuos, arenillas, hojas de árboles, arrojados por transeúntes y demás, a lo largo de las zonas de cuneta de las vías pavimentadas. La actividad se podrá desarrollar de forma manual o utilizando equipos mecánicos como barredora mecánica para las vías, equipo de soplado y aspiración para las áreas, entre otros disponibles para llevar a cabo la labor. Barrido y limpieza de vías no pavimentadas y áreas blandas: El prestador estará en la obligación de programar rutas de barrido de limpieza aún en vías no pavimentadas para garantizar el concepto de área limpia. Están permitidas las actividades de despápele y rastrillaje para tal fin. Aunque no se evidencia un alcance directo en el programa desde la ejecución de las actividades desarrolladas en el marco del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) adoptado en el municipio de Manizales en el año 2004, no significa la no realización del programa, por el contrario, se han venido desarrollando actividades de manera intermitente bajo los criterios propios o bien por peticiones elevadas por la comunidad a la Empresa Prestadora del Servicio Público de Acueducto y Alcantarillado, quien ha ejecutado sus acciones a través del plan de saneamiento en el marco del proceso de sostenibilidad compartida, bajo el programa denominado la ruta del agua. La ejecución se ha desarrollado mediante brigadas en puntos específicos de la ciudad, en las cuales

se han involucrado otros actores de la sociedad, entre ellos, la Empresa Prestadora del Servicio Público de Aseo. A pesar de que existe una organización incipiente en este sentido, la misma no se encuentra dentro del programa de prestación del servicio público de aseo y no se encuentra estructurada en función de los requisitos regulatorios ya mencionados. Anteriormente los pobladores de la ciudad de Manizales disponían los residuos sólidos en la Quebrada, generando complejos impactos ambientales sobre el cuerpo de agua y sus alrededores, en el año 1994 nació la Empresa Metropolitana de Aseo EMAS, con el propósito de establecer un servicio de aseo organizado que aligero los impactos generados por la inadecuada disposición en el ecosistema natural de la zona. Para el año 1995 el relleno contaba con una planta de separación para los residuos que presentaban características susceptibles de aprovechamiento, pero por problemas de espacio y de diseño para la optimización del terreno, la planta dejó de funcionar. La Empresa Metropolitana de Aseo de Manizales presenta un eficiente servicio en la recolección y el transporte de los residuos sólidos al realizar con calidad una total cobertura de la ciudad. En el año 2016 poseía 54 hectáreas, de las cuales 11 utilizaban para la disposición final de los residuos sólidos ordinarios. El relleno sanitario recibía alrededor de 400 toneladas diarias de residuos sólidos de los cuales 310 toneladas pertenecen a Manizales representando la mayor cantidad. De las tareas delegadas al prestador de servicios públicos según el Decreto 1077 del 2015 es la recolección, transporte, barrido, limpieza de vías y áreas públicas, entre otras. La actividad de aprovechamiento posee falencias al no poder realizar los procesos adecuados para la recuperación del material aprovechable depositado en el relleno sanitario y de forma igual

hay muy poca gestión en cuanto a los residuos de construcción y demolición y en aquellos generados en zonas urbanas lejanas (Lepineux y Ortiz, 2016).

- **Municipio de Quibdó:** La fuente generadora de residuos sólidos en la ciudad de Quibdó es muy variada; principalmente se da debido a las costumbres, hábitos de consumo, las condiciones socioeconómicas y la ubicación geográfica. Además, gran parte de la generación de residuos sólidos corresponde a desechos residenciales, seguido de los desechos producidos en establecimientos comerciales, luego, los originados en instituciones, y por último, los presentados en centros educativos y parques. El servicio público de aseo en el municipio de Quibdó solo se presta en el área urbana, con una cobertura del 92,4 %. La frecuencia del servicio de recolección en el centro del municipio es todos los días y en los barrios periféricos se hace tres veces por semana, con un horario que va de 6:00 am a 2:00 pm y de 2:00 pm a 10:00 pm. Se cuenta con cinco vehículos que prestan el servicio a lo largo de las seis comunas de Quibdó, a través de 18 microrutas. Una vez recolectados y antes de depositar los residuos en los sitios de disposición final en el relleno Marmolejo, los residuos sólidos son sometidos a diversos procesos con el fin de producir beneficios económicos y ambientales. De esta manera se eliminan o aprovechan materiales contenidos en dichos residuos. Dentro de los tratamientos de los residuos sólidos plásticos hay 5 principales métodos: reciclaje, compostaje, lombricultivos, no obstante, en Quibdó solamente se lleva a cabo el reciclaje, lombricultura y compostaje. Reciclaje, de acuerdo con el diagnóstico realizado por el PGIRS del municipio de Quibdó, se identifican 51 empresas y cooperativas recicladoras de residuos sólidos, de las cuales solo 11 cuentan con su respectivo registro de cámara

de comercio; y recolectan en promedio 121.020 kg a la semana. Con respecto al relleno sanitario Marmolejo, se reciclan 8.500 kg al mes de plástico y PET. Estos plásticos, luego de ser separados y caracterizados, pasan por una máquina prensadora, se almacenan y se pesan para su venta. A partir de este negocio se genera el crecimiento económico mediante la venta de humus de lombriz, venta de material reciclable y cobro por servicio de recolección y aseo. Lombricultivo, es el producto de una actividad agropecuaria que consiste en la cría de lombrices en cautiverio que busca producir humus de lombriz, el cual, es un abono orgánico, usando materia orgánica como sustrato en su alimentación. El compostaje es un proceso natural biooxidativo, cuyo material está libre de patógenos y se disponen en la agricultura como abono de suelos. No se encuentra información sobre la planta de compostaje de Quibdó, sin embargo, está relacionado con el lombricultivo, debido a que en las plantas de compostaje se obtiene fertilizante orgánico a partir del humus de las lombrices; mitigando el impacto relacionado a prácticas como la quema de basura, y la disposición de residuos en el río Atrato y el botadero Marmolejo (Ortega et al., 2021).

Práctica exitosa en la gestión de residuos sólidos por parte de una empresa nacional

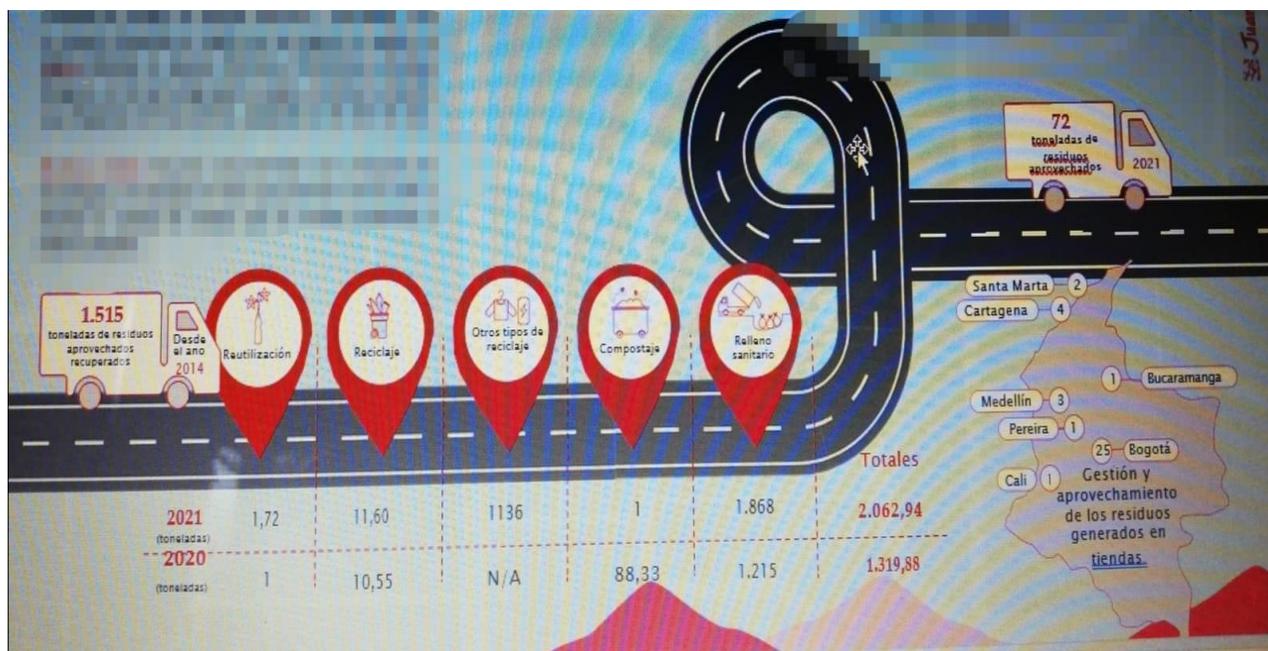
- **Empresa Procafecol (Colombia):** Durante el año 2021 se generó un total de 7,62 toneladas de residuos peligrosos de aparatos eléctricos y electrónicos. Para su correcta disposición se cuenta con un programa de gestión de RAEE's (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) y Residuos Peligrosos, con el cual se logra que los equipos, al terminar su vida útil, sean dispuestos de forma correcta, asegurando así el cierre de ciclo.

En lo referente a residuos sólidos están comprometidos con la búsqueda de tecnología y estrategias de reúso que permitan cerrar ciclos y disminuir la cantidad de residuos que son enviados anualmente a rellenos sanitarios.

Por lo anterior, durante el 2021 se le dio alcance a la Resolución 1407 de 2018, la cual busca que a 2030 las organizaciones aprovechen el 30% del material generado. La cantidad de residuos destinados a la reutilización y reciclaje aumentó entre los años 2020 y 2021 gracias a las actividades implementadas durante el periodo mencionado, a las cuales se les dará continuidad con el fin de reducir el impacto negativo de la generación de residuos. Con estas acciones buscan reducir el consumo de materias primas y la generación de residuos que se destinan a rellenos sanitarios.

A continuación, se presentan el manejo de residuos sólidos generados en 2020 y 2021 en su cadena de valor.

Figura 2. Manejo de residuos sólidos Empresa Procafecol



Fuente: Empresa Procafecol

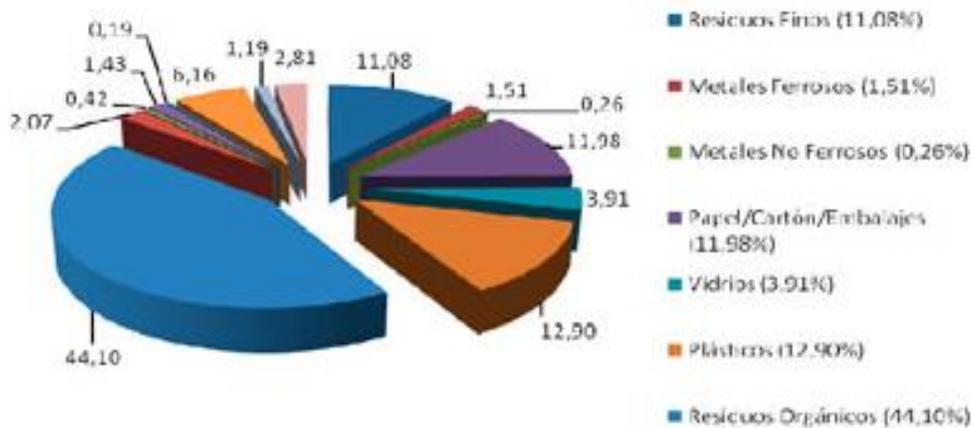
b. Internacionales

- Argentina**

Rosario: La ciudad de Rosario se encuentra ubicada en la zona sur de la provincia de Santa Fe, se encuentra en una posición geoestratégica en relación al Mercosur, en el extremo sur del continente americano, es cabecera del departamento homónimo, es el centro del Área Metropolitana Rosario y se sitúa a unos 300 km de la ciudad de Buenos Aires. En el año 2008 se sancionó la Ordenanza Municipal número 8335/2008 Basura Cero, este término hizo referencia a la interacción de las practicas ciudadanas tales como

la minimización, la reutilización, la separación, el compostaje y también del rediseño de los envases y productos para desarrollar comunidades y empresas sustentables, con la sanción de esta ordenanza. El municipio reconoció la importancia de adoptar el concepto Basura Cero, como principio fundamental para la gestión de los residuos sólidos urbanos generados en la ciudad, en la ordenanza se estableció un cronograma de reducción progresiva de la cantidad de residuos sólidos urbanos con plazos y metas, mediante la adopción de un conjunto de medidas orientadas a la reducción de residuos, entre otros. La ciudad de Rosario envía aproximadamente 800 toneladas diarias de residuos al relleno sanitario Resicom S.R.L, de 25 hectáreas, este relleno está localizado de Ricardone, Provincia de Santa Fe, situado a 20 kilómetros de la ciudad. La planta de Compostaje y Tratamiento de Residuos de Bella Vista es única, porque es pionera en el tratamiento de la fracción orgánica a gran escala, se encuentra localizada en un predio donde funciona el relleno de los materiales inertes y la estación de transferencia, logrando la integración de las prácticas de reciclaje. La planta fue diseñada para procesar 200 toneladas de residuos por día, a la fecha de esta investigación procesaba en promedio 120 toneladas por día, eso representa aproximadamente el 15% del total de los residuos sólidos domiciliarios generados, en la figura 3 se presentan los residuos sólidos domiciliarios por fracciones de materiales:

Figura 3. Composición de los residuos sólidos, domiciliarios por fracciones de materiales



Nota: Piñero (2011).

Desde la sanción de la ordenanza Basura Cero en el año 2008, se impulsa a la comunidad a la separación en origen, intentando poder facilitar y ampliar el proceso de recuperación de los materiales en paralelo a su separación en la planta. Desde 2008 se ha avanzado en 8 barrios de la ciudad hacia la disposición inicial de residuos separados en tres fracciones como son los orgánicos, reciclables y restos, a través de distintas modalidades que buscan ofrecer cada vez más oportunidades a la población para la separación de residuos en origen y estas modalidades están dirigidas tanto a los vecinos como a los grandes generadores de residuos sólidos que son compatibles con los residuos domiciliarios. Los objetivos de esta empresa es reducir la cantidad de residuos domiciliarios que son producidos en la ciudad de Rosario Argentina que son enviados al relleno sanitario, cumplir con la ordenanza municipal No 8335/2008 Basura Cero; producir composta utilizando la porción orgánica presente en la composición de los residuos y

recuperar otras fracciones favoreciendo el reciclaje y establecer un espacio de inclusión, educación y concientización acerca de la temática ambiental. La inversión del proyecto fue de 70 millones de dólares, de los cuales el 68% del costo de la obra fue un préstamo no reembolsable del Banco Mundial a través de la Secretaria de Ambiente de la Nación, y el restante 32% aportado por la Municipalidad de Rosario y la operación es financiada de forma íntegra por la Municipalidad de Rosario. La inversión es acompañada por una estrategia de educación ambiental que es llevada a cabo desde el municipio en conjunto con las instituciones de la sociedad civil, el sector privado y la comunidad en general, a través de los programas hogares verdes, red de escuelas verdes, clubes verdes, entre otros, estas actividades se complementan con las intervenciones continuas en la vía pública y por los medios de comunicación que tiene como fin concientizar a la población en general. Las lecciones aprendidas de este proyecto fueron que la infraestructura pública local para el tratamiento de los residuos domiciliarios, la recuperación de la fracción orgánica en los residuos y producción de composta, la inclusión social de recuperadores de residuos urbanos, la disminución de los emisores de los gases de efecto invernadero. Los puntos débiles de este proceso fueron: el aumento en la cantidad de residuos sólidos urbanos en las ciudades del área, y el incremento en la cantidad de residuos generados por la población (Parmigiani, 2013).

- **Alemania:** Según el Departamento del Senado de Berlín para el Desarrollo Urbano y el Medio Ambiente, la legislación sobre los residuos que adoptó la Unión Europea, es la base para poder generar un vínculo con la normativa de los residuos sólidos dentro de los países miembros, por la influencia que se da a través de las directivas y reglamentos

que se tienen que cumplir. La jerarquía de los residuos muestra el orden en que se tienen que realizar las operaciones de prevención y gestión priorizando cada actividad y estas estrategias comprenden en el siguiente orden: prevención de los residuos, preparación para la reutilización, reciclaje y otras operaciones de recuperación, en particular recuperación de energía y eliminación, frente a la responsabilidad pública y privada, las partes que fabrican, procesan o venden productos tienen que asumir la responsabilidad con respecto a los objetivos de la economía circular. En el año 2017 en Alemania, había 68 plantas de incineración de residuos en funcionamiento con una capacidad de 20 millones de toneladas y, 32 plantas de combustibles sustituto con una capacidad de combustión alrededor de 5 millones de toneladas, en ese mismo año, 45 plantas de tratamiento de residuos biomecánicos con una capacidad de alrededor de 5 millones de toneladas (Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear, 2018).

- **Bélgica:** Además de utilizar algunos mecanismo políticos similares a los implementados en Alemania, Bélgica utiliza el programa de pago a medidas que tiras, según la European Environment Agency, como la prohibición a la incineración y el vertido de residuos reciclables y los impuestos sobre ésta y en los vertederos, asimismo en este país se pone en práctica la estrategia del eco diseño de productos con la finalidad de que los jóvenes y empresarios contribuyan en la reducción del impacto negativo que poseen los desechos en el medio ambiente. La infraestructura para la gestión de los residuos en Bélgica se compone de la siguiente forma: 310 empresas que se dedican a la recolección y clasificación de residuos sólidos, 294 compañías que se dedican al reciclaje de residuos

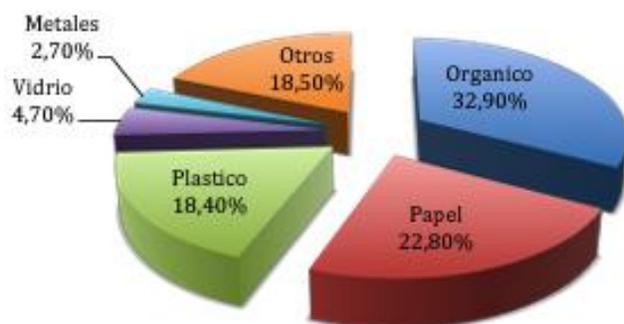
de materiales aprovechables y 71 empresas que se focalizan en la recuperación de energía, en este país se recolectan los envases y por esto, existen aproximadamente 8920 lugares de recolección de botellas (European Environment Agency, 2016).

- **Brasil**

Curitiba: La ciudad de Curitiba es la capital de la ciudad de Paraná, en ella se recogen un promedio de 2560 toneladas de residuos sólidos al día, con una media de 1383 kilogramos por habitante diariamente, de ese total 1473 toneladas tienen su origen de la colecta domiciliar y de la colecta selectiva se recogen 534 toneladas diarias, siendo solo el 16% de ese total tiene su origen en la colecta selectiva informal. El departamento de limpieza pública de la ciudad cuenta con 120 servidores municipales con actividades gerenciales, administrativas y de fiscalización que cuentan con 2.352 trabajadores que ejecutan los servicios de limpieza pública. La colecta convencional es de dos tipos: de puerta a puerta, que se realiza tres veces a la semana y se emplea camiones compactadores, o la forma indirecta, que se realiza con contenedores posicionados en zonas de acceso difícil, la frecuencia de la recolecta también es tres veces por semana. La colecta selectiva se hace en dos modalidades, la puerta a puerta por el programa Lixo que nao e lixo, que puede ser tres veces por semana, o también realizado por el programa cambio verde, que se realiza de quince en quince días en los locales públicos, que a cada 4 kilos de reciclajes equivale a 1 kilo de verduras y frutas. La colecta selectiva en los últimos años ha tenido una caída de un casi 50% debido a la fuerte actuación de la colecta informal y a la ausencia de los programas, otros de los factores que ha influenciado la disminución de la colecta informal fue la crisis mundial, el destino de los

que no se pueden reciclar son los vertederos, donde se pesan y la empresa contratada es remunerada de forma mensual de acuerdo con la cantidad total de los residuos colectados por mes, en la Figura 1 se muestra el porcentaje de residuos sólidos que se recolectan en la ciudad de Curitiba.

Figura 4. *Composición gravimétrica de los residuos sólidos de la ciudad de Curitiba Brasil*



Nota: Piñero (2011).

El Programa Cambio Verde es un programa que actúa de forma directa con la comunidad en 102 puntos fijos de cambio, en todas las regiones de la ciudad de Curitiba, los productos son adquiridos por los productores rurales de la Región Metropolitana de Curitiba y estos son entregados al programa cambio verde, los alimentos son seleccionados, separados y conducidos por medio de los camiones hasta los puntos de cambio, el equipo de trabajo permanece en el lugar por un tiempo variable, algunos de los puntos presentan una duración de 1 hora y otros de 2 horas según sea el número de personas y el volumen de basura que se vaya a reciclar, en los puntos de cambio se quedan dos camiones; uno que recoge el material que se va a reciclar y

otro que conduce los alimentos para la distribución, estos cambios ocurren cada 15 días, los días martes a viernes, la población que es atendida recibe su calendario anual para la programación, cada 4 kilogramos de material reciclable equivale a 1 kilogramo de alimentos y cada 2 litros de aceite de cocina utilizado es equivalente a 1 kilogramo de alimentos, los objetivos de este programa son: promover el flujo de la cosecha de productos hortofrutícolas de los pequeños productores de Curitiba y de la Región Metropolitana; inculcarle a la población el hábito de separar la basura reciclable, sensibilizar a la comunidad para el correcto destino de los residuos, auxiliar en la limpieza y preservación en el medio ambiente, promover el acceso a alimentos saludables y de calidad, también auxiliar en la garantía de la seguridad alimentaria y nutricional dentro de la ciudad de Curitiba, el programa consiste en la política local de lucha contra el hambre y esto abarca cuestiones como el desperdicio, la generación de los ingresos, la preservación ecológica y el incentivo a la organización de los productores; la compra institucional deriva de la Región Metropolitana a través de la Federación de Productores de Paraná (FEPAR), el recurso para la compra de los productos alimenticios es del presupuesto de la Secretaria Municipal del Medio Ambiente (SMMA) del Ayuntamiento Municipal de la ciudad de Curitiba. En el año 2017, con 101 puntos de funcionamiento, atiende en promedio a 6.000 personas al mes y se intercambian de forma mensual alrededor de 81 toneladas de alimentos por cada 300 toneladas de material reciclable y 4.000 litros de aceite de cocina usado (Alcaldía de Curitiba, 2018).

- **Costa Rica:** Se han observado iniciativas privadas como la de Coca-Cola, cual en 1997 creó el programa Misión Planeta que contempla la recolección y reciclado de PET. La meta de este programa es la recuperación del 75 % de botellas y latas que se han introducido al mercado costarricense. Con esta iniciativa se presentó entonces la

oportunidad de un mercado emergente y pionero en la recolección de PET y HDPE. Con el apoyo al establecimiento de microempresas que participan en la recuperación del material Coca Cola dio un paso en la REP apoyando a más de 1000 familias, logrando una meta de 8000 toneladas de materiales reciclables recuperados entre 2007 y 2013. Igualmente, trabajan proactivamente en la NO imposición de regulaciones, depósitos o impuestos a los empaques y embalajes de sus productos y la promocionan campañas educativas y jornadas de limpieza.

Para Hafner (2016), las buenas prácticas para la gestión de los residuos sólidos se muestran a continuación:

- **Chile:** En Chile se crearon 5 mesas de trabajo con cinco sectores sobre la implementación de la Responsabilidad Extendida del Producto (REP) de forma voluntaria: neumáticos, aceites lubricantes, equipos de informática y baterías de plomo ácido, envases y embalajes. Además, parte, con el motivo de los efectos que eventualmente originaría el proyecto de ley sobre “Responsabilidad Extendida del Productor” y las diferentes opciones que se observaban por parte la industria, se formó un Comité Pro Reciclaje (CPRE) a través de la SOFOFA una Federación Gremial sin fines de lucro, que reúne a empresas y gremios vinculados al sector industrial chileno; engloba el 100% de la actividad industrial de Chile y el 30% del PIB. La convocatoria reunió a diferentes gremios y diversas empresas (a las que el proyecto del Ejecutivo contempla como productores de productos prioritarios y susceptibles de imposición de metas de reciclaje. El Comité es en esencia es una herramienta que fomenta la minimización, reutilización, reciclaje y valorización de los residuos sólidos, siendo un efectivo aporte al medio ambiente. El

Comité ha logrado mantener un fluido diálogo con el regulador, al que le ha entregado una serie de sugerencias con el propósito de perfeccionar el proyecto de la ley, de manera que su aplicación en Chile resulte exitosa.

- **Dinamarca:** La UE y el Parlamento danés son los encargados de desarrollar la normativa sobre residuos, pero es la UE la que produce los marcos regulatorios y el Parlamento danés expide leyes con mayor detalle. Dinamarca no tiene una estrategia o plan de acción nacional dedicado a la eficiencia de los recursos. En su lugar, ha adoptado una estrategia y un plan de recursos para la gestión de residuos (Dinamarca sin residuos, reciclar más - Incinerar menos), y una estrategia de prevención de los mismos (Dinamarca sin residuos II, Estrategia para la prevención de residuos). En la estrategia “Dinamarca sin residuos II” se definen actividades para prevenir la generación de residuos, de las que sobresalen: En las escuelas, enseñanza de reutilización; en el sector de la construcción, definir un grupo de trabajo encargado de la reducción en la generación de residuos, así como plantear objetivos a realizar en esta actividad. En el diseño de embalajes, se deben ajustar al contenido o tipo de producto; en otros sectores como los de textiles, alimentos etc., emplear materiales que puedan ser utilizados en un ciclo cerrado de producción (The Danish Government, 2013).
- **Estados Unidos de América**
California: Hace unos años, en 2002, se propusieron mejorar notablemente la gestión de sus residuos, con un objetivo de cero residuos a vertedero en 2020, y un objetivo intermedio de un 25% a vertedero en 2010. Al mismo tiempo, se pusieron como condición no recurrir a la incineración como sistema de tratamiento, fundamentado sobre todo en la

mucha mayor generación de puestos de trabajo que supone su modelo alternativo. En San Francisco se apostó por un modelo de recogida de tres flujos en lo que a residuos urbanos se refiere: reciclables, compostables y resto. Por otra parte, se estableció un programa específico para residuos especiales y para los residuos de la construcción. Paralelamente se fueron aprobando ordenanzas en coherencia con dicho modelo, de tal forma que los residuos generados pudieran canalizarse adecuadamente a esos tres flujos. Así, se prohibieron bolsas de plástico y envases de poliestireno y similares, se introdujeron envases compostables, se impuso la recogida selectiva obligatoria de tres flujos en 2.009, y se aplicaron una batería de medidas para evitar el desperdicio alimentario y para que los comercios y empresas se involucraran en facilitar la recogida mediante formación del personal y en la reintroducción de los materiales resultantes del reciclado y compostaje. En cuanto a los residuos de construcción, en 2007 se obligó a las empresas del sector a utilizar material reciclado por lo menos en 2/3 de las necesidades totales. Además, y no menos importante, se implantó una tasa de gestión de residuos relacionada con la generación de residuos resto; el conocido principio de “El que contamina, paga”, aplicando sanciones a los no cumplidores. Los edificios, locales o casas unifamiliares pagan por unos contenedores de una capacidad determinada, que son recogidos periódicamente, con una frecuencia baja (1 vez por semana o dos veces por semana, según flujos). Si se quiere tener más capacidad de recogida, es decir, más contenedores o más frecuencia, se debe pagar más. Se recoge mediante vehículos de dos tipos; uno para resto y reciclable, y otro para composta. En la ciudad de San Francisco California, los basureros se están quedando vacíos, esta urbe empezó su camino al zero

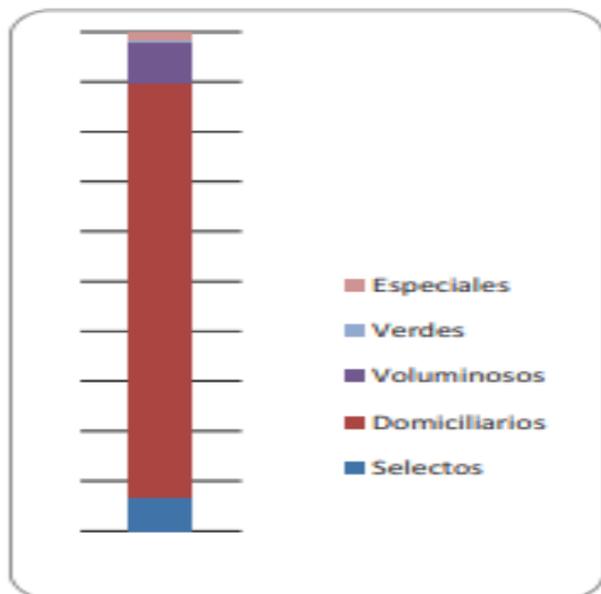
waste o desperdicio cero, desde hace más de tres décadas, cuando se aprobó la ley para el manejo integrado de los residuos que pedía a sus ciudades desviar un 25% de estos para el año 1995 y la mitad para el año 2000, la ciudad fue mucho más allá y en el año 2003 se propuso dejar de producir desechos para el 2020. Zero waste es un término que significa cero desperdicio, en cambio, los productos se diseñan y utilizan de acuerdo al principio de mayor y mejor uso y en la jerarquía de reducción en los desechos, evitar el desperdicio, reducir y reusar primero, reciclar y compostar, la ciudad de California fue una de las primeras en los Estados Unidos en poder establecer este objetivo, en el año 2008 dos años antes de lo esperado, superó su propósito de poder recuperar el 75% de los materiales y al 2019 la tasas de recuperación es casi el 2.5 veces el promedio nacional, la meta de cero desperdicio no es algo fácil de alcanzar, porque esto depende de otros factores como los materiales que utilizan los productores al fabricar los objetos, entre otras cosas. Desde el año 2009 el verde, azul y negro han sido sus aliados cuando se aprobó la ley que obliga a los residentes y a los dueños de los negocios separar sus desechos en tres categorías, la primera acción que se realizó en la ciudad fue implementar tres tipos de contenedores que son: el verde para el compostaje, el azul para el reciclaje y el negro para los que deben ir al vertedero. Para lograrlo, el departamento del Medio Ambiente de San Francisco promueve de forma constante esas acciones así como la reducción y la reutilización, también se ha asociado con los productores para desarrollar un sistema de responsabilidad para pedirles que diseñen mejores productos y que se asuma la responsabilidad de todo el ciclo de vida, incluida la devolución y el reciclaje, el objetivo es que la basura producida en la ciudad sea compostada o reciclada,

para lograr esto se ha apoyado de la empresa Recology que es una compañía privada que maneja el proceso de compostaje, reciclaje y vertedero. En la ciudad de San Francisco se recogen 650 toneladas de residuos orgánicos diariamente, que son llevados a las instalaciones para ser triturados y analizados en busca de materia no orgánica como el plástico, emplea un sistema de tuberías que ayudan a filtrar los gases de efecto invernadero que son producidos por microbios en la composta y que son dañinos para el medio ambiente, este ciclo finaliza cuando después de procesar la composta, se vende a los agricultores y viñedos locales para producir nuevos cultivos. Desde el año 2000, en San Francisco hizo también mandatorio para los ciudadanos y los negocios poder reciclar y compostar, pues consideran que el compostaje es una de las maneras para combatir la destrucción del medio ambiente. La gestión de la recogida y el tratamiento la llevan a cabo empresas privadas en colaboración con las autoridades locales, en un régimen similar a las concesiones. Tienen un sistema de retribución que está alineado con los objetivos, y propicia su consecución. También incorporan empresas del tercer sector y el equivalente a lo que se conoce como centros especiales de empleo. La principal gestora, Recology, es propiedad al 100% de sus trabajadores. Hoy San Francisco es la ciudad referente en Estados Unidos en cuanto a gestión de residuos. Su sistema y sus objetivos ya han cruzado la famosa Bahía, y se ha implantado en Oakland, y en otras ciudades de la costa del pacífico. Incluso ciudades de otros estados menos concienciados ambientalmente, como Minneapolis, también se han apuntado al modelo (El País, 2019).

- **Francia**

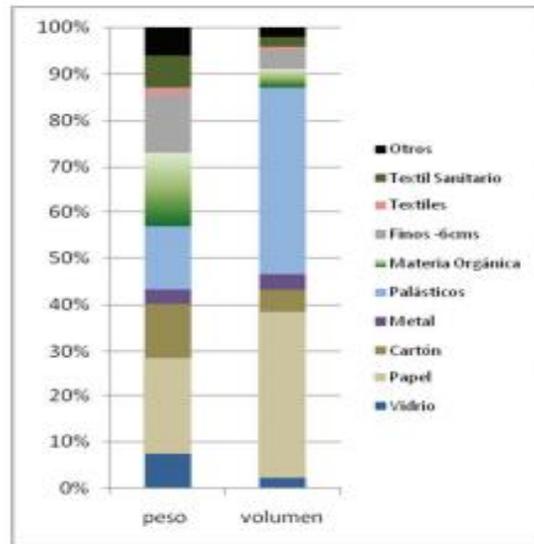
París: Desde las últimas tres décadas, París ha sido una de las urbes con una mayor acumulación de residuos por habitantes, las medidas que toma el gobierno empiezan por separar el tipo de desecho en sus diferentes categorías por tipo de actividad, para luego generar propuestas puntuales de acción en las áreas críticas de generación de residuos. La solución que se tomó fue separándola en territorios más compactos que permiten facilitar el control y la gestión de las áreas con estructuras similares, dando la posibilidad de competir entre ellas. La administración ha tomado otras medidas para poder facilitar la recepción de los residuos peligrosos pequeños como los productos químicos y de salud, como por ejemplo las baterías y medicinas caducadas se pueden llevar a las tiendas y farmacias que las venden y estas obligados a recibirlas, también existen lugares destinados a recibir ropa que operan al mismo tiempo que las agencias de recuperación privadas, otra de las iniciativas para generar conciencia es la relativa a los productos efímeros como son las bolsas para la compra que se utilizan un promedio de 20 minutos, que posean un costo en los supermercados o que se cambien por reutilizables y biodegradables, en las gráficas 3 y 4 se muestran la composición por tipo de recogida según la masa y la composición por masa y volumen de los residuos (tipo de material).

Figura 5. *Composición por tipo de recogida según la masa.*



Nota: Piñero (2011).

Figura 6. *Composición por masa y volumen de los residuos (tipo de material).*



Nota: Piñero (2011).

En definitiva, revisando la separación desde el porcentaje de los materiales, se observó las grandes falencias en la recogida selectiva, más aún cuando se contrastan con la poca cantidad de materia orgánica que es generada, la poca separación en las fuentes provoca la necesidad de que haya plantas dedicadas solo para la separación de los residuos, en otras palabras, se tiene que realizar una segunda selección para poder obtener una mayor cantidad de materia prima en condiciones aceptables. En proporción, el reciclaje en general solo llega a procesar solo el 15% de los residuos que se generan, mientras que el compostaje es inexistente, en otras palabras, la gestión de los residuos sólidos de París, es sumamente fácil de resumir, debido a la lejanía de los vertederos, pasan por las plantas de transferencia y de selección que disminuyen en gran medida los desplazamientos totales (Piñero, 2011).

- **Japón**

Tokio: El país asiático siguió una legislación semejante a la de la Unión Europea. Japón no es un país que le apueste al reciclaje, sino a la incineración, debido al reducido espacio para rellenos sanitarios. Este es uno de los países con mayor número de plantas de incineración, técnica que refleja un alto porcentaje de recuperación. Con aproximadamente 1.172 plantas, con una capacidad de 182.683 Ton/Día, generó en el año 2013 cerca de 1'770.000 kilovatios (EU-Japan Centre for Industrial Cooperation, 2015). La mayoría de estas plantas usan la electricidad generada para su auto sostenimiento, vendiendo el superávit a compañías de suministro de energía (EU-Japan Centre for Industrial Cooperation, 2015). Los residuos domiciliarios de la prefectura de Tokio, está establecido por la ley de gestión de residuos de Japón, en donde cada una de las prefecturas o municipios tienen que disponer de los residuos sólidos dentro de los confines del territorio, en la ciudad de Tokio, los residuos presentan una proporción acorde a un país en desarrollo, incluso superando por algunos la barrera porcentual impuestas al país desarrollado, esto quiere decir, que los residuos orgánicos presentan una masa que corresponde al 35% de la bolsa en lugar del 40% y el cartón al 17% en lugar del 10%, mientras que el vidrio se aproxima más a la subdesarrollada con el 6% en lugar del 6.5%. A diferencia de otros países del mundo, Japón separa los tipos de residuos exclusivamente desde su fuente de generación, en otras palabras, sus categorías de recolección determinan el destino final de los mismos, la separación base entre los materiales combustibles, reciclables y el resto, gracias a este proceso de separación, el destino de los productos queda bastante claro, porque casi el 90% del producto reciclado

corresponde a los residuos que fueron separados con antelación, así como el 85% de lo incinerado a lo combustible, los servicios, ya sean eficientes o deficientes, son congruentes con la gestión adoptada. La incineración y tratamiento del 70% de la basura de Tokio esto permite que sus vertidos sean manejables, siendo una ciudad de más de 12 millones de habitantes con volúmenes de sociedad desarrollada, sería más complicado con un sistema tradicional. Por lo mucho que se reduzca la cantidad de residuos, la ciudad no cuenta con el espacio para vertederos y si no fuera por la ley 70 que esto obliga a la ciudad a resolver este problema dentro de su territorio, sin embargo, no todo en Tokio es el ahorro de energía, el vertedero, a pesar de estar relativamente cerca de la zona, implica un trayecto de aproximadamente de 13 kilómetros, tampoco es una tarea relativamente sencilla la construcción de capas protectoras para evitar que los lixiviados penetren en aguas japonesas (Piñero, 2011).

- **México:** La asociación civil ECOCE está realizando la coordinación del reciclaje con gran éxito superando las metas de la legislación (92% de los envases generados a nivel nacional son reciclados y convertidos en resina de PET). Por el momento, la empresa privada Bridgestone, realizó un programa donde se hizo la recolección de neumáticos usados con ayuda de diversas instituciones locales y regionales. Los neumáticos recogidos fueron utilizados como combustible alternativo en hornos de la industria cementera.
- **Noruega:** Según la Agencia Europea de Medio Ambiente, en Noruega la política de gestión de residuos sólidos se fundamenta en un sistema de ciclos cerrados, que va de la mano con la economía circular. Se promueve la fabricación y consumo sostenible de

todo tipo de productos, es por esta razón que a nivel nacional se adoptó un objetivo que incentiva el crecimiento económico del país sin causar un aumento en la generación de residuos. Para cumplir dicho cometido, Noruega tiene las siguientes prioridades de política de gestión de residuos: Reducción del desperdicio de alimentos, aprovechamiento de los residuos de plástico a través del reciclaje y la recuperación de energía, mayor uso de biogás y una adecuada gestión de residuos peligrosos (European Environment Agency, 2016).

- **Países Bajos:** La Agencia Europea de Medio Ambiente, asegura que los Países Bajos, buscan es prevenir la generación de desechos, reciclarlos y reutilizarlos dentro de cada eslabón de la cadena de producción, con el único fin de enviar la menor cantidad de residuos a los vertederos, las etiquetas de los productos holandeses tienen que ser simples y transparentes y tienen que incluir temas relacionados con el impacto ambiental del producto y poseer su huella ambiental. En los Países Bajos la infraestructura para la gestión de los residuos sólidos consta de los sistemas de recogida de residuos, que es una red de puntos de trasbordo y separación y un número limitado de opciones de desechos, tales como los vertederos, incineración y compostaje, a la fecha existen 16 plantas de incineración de residuos dentro del territorio (European Environment Agency, 2016). El tercer Plan Nacional de Gestión de Residuos 2017-2023 (del holandés Landelijk Afvalbeheerplan, LAP3) tiene por objeto garantizar la reutilización de la mayor cantidad de productos y materiales (residuales), para lo cual fija los siguientes objetivos que son restringir la creación de residuos, restringir la carga de las cadenas productivas sobre el medio ambiente, optimizar el uso de residuos en una economía circular. El LAP3 consta

de un marco político que define los objetivos nacionales para la recolección separada de desechos; los principios generales para el uso de instrumentos, tales como licencias; la ejecución y descripción de los aspectos internacionales de la política de residuos y la posición del país en los debates internacionales sobre la materia; planes sectoriales, que son 85 planes que desarrollan el marco de políticas para categorías específicas de residuos. Cada plan sectorial describe la política para los residuos correspondientes, así como los aspectos particulares relacionados con la concesión de licencias, importaciones y exportaciones. El plan sectorial es considerado el estándar mínimo sobre cómo se puede procesar un material específico de desecho, lo que asegura que estos no se procesen a un nivel inferior al deseable, como, por ejemplo, los residuos de reciclaje no pueden incinerarse. Por otro lado, el Programa de Prevención de Residuos de los Países Bajos, tiene como objetivo el cambio hacia una economía circular, manejando los recursos naturales de la manera más eficiente posible y asegurando el menor impacto ambiental posible, de tal forma reducir los residuos sólidos urbanos. Para lograrlo define tres objetivos estratégicos Aumentar la calidad de uso de las materias primas en las cadenas existentes, este aumento en la eficiencia puede conducir a una reducción de la demanda de dichas cadenas; reemplazar las nuevas materias primas, combustible fósil, materias primas críticas y producidas de manera no sostenible por una producción sostenible de materias primas renovables y ampliamente disponibles a objeto de, por un lado evitar el uso de materiales críticos y, por otro lado, preservar los materiales disponibles en la economía y así prevenir que no se pierdan como desechos. 3)

Desarrollar nuevos métodos de producción, nuevos productos diseñados y áreas rediseñadas (Cuevas, 2022).

- **Suecia:** El peldaño más alto en la jerarquía de los desechos es la prevención de los mismos y por lo tanto en la prioridad principal en la legislación sobre los residuos, no solo en Suecia sino en toda Europa. La Agencia Sueca de Protección Ambiental afirma que su reglamentación es fundamental en las políticas de la Unión Europea, pero sin embargo el país escandinavo cuenta con normas particulares que guían la gestión de residuos sólidos como son: El Código Ambiental y la Ordenanza de Residuos del año 2011. las estrategias, medidas e instrumentos económicos, aseguran una buena gestión de los residuos sólidos en este país: Reducción del desperdicio de alimentos a lo largo de toda la cadena alimentaria; sistema para la devolución de envases; impuesto sobre el vertido de residuos; en 2017 fue de 250 Coronas suecas (SEK) por Ton.; pago por recolección de basura municipal, basada en el peso; impuesto a los productores de baterías (300 SEK por Kilogramo); reducción del IVA en reparaciones, con el fin de reducir la cantidad de desechos; inversión en modelos de negocio de la industria del reciclaje. en Suecia hay 580 centros de reciclaje y alrededor de 34 plantas de incineración de residuos domésticos (Naturvårdsverket, 2018).
- **Suiza:** Para la Oficina Federal para el Medio Ambiente (FOEN), es la encargada de poder establecer los principios para manejar los residuos, lo primordial es evitar la creación de residuos, si se producen, si es posible se tienen que reutilizar para prevenir nuevos materiales, en otras palabras, que puedan ser reciclados. El país centroeuropeo cuenta con leyes, iniciativas y convenios para el manejo de los residuos, se trabaja con la primicia

de quien contamina paga, esta estrategia sirve para poder financiar la gestión de residuos ya que cualquiera que cree los residuos, también estará dispuesto a pagar por su eliminación. Este país cuenta con ordenanzas sobre residuos. Sobresale la relacionada con el movimiento de residuos donde se fijan los requisitos para la importación y exportación de productos; otra ordenanza sobre envases de bebidas (BCO), que contempla las directrices para la separación, clasificación y retorno de estos residuos; la ordenanza técnica sobre residuos, en donde se establecen principios como la prohibición de mezclar residuos, la obligación de reciclar y la obligación de incinerar. Este país cuenta con una excelente infraestructura para la eliminación y aprovechamiento de sus residuos. Para convertir los residuos en energía y recuperar metales cuenta con 30 plantas de incineración. Para la recuperación de energía y materiales de residuos biogénicos, posee más de 350 plantas de biogás y compostaje, además de alrededor de 60 plantas de energía de biomasa. Para residuos peligrosos dispone de plantas especiales de incineración y procesos químico-físicos. Frente a los residuos que no son reciclables, se almacenan en vertederos de última generación (Swiss Federal Council, 2018).

Práctica exitosa en la gestión de residuos sólidos por parte de una empresa internacional

- **Empresa Panda (Bolivia):** El sistema de gestión de los residuos sólidos de la empresa, permite conocer el estado actual de la empresa en cuanto al manejo y la disposición de sus residuos con el único fin de poder brindar una solución en el problema con los residuos, los elementos que se consideraron corresponden con un modelo de gestión

más limpia y siguen los lineamientos de la Norma Internacional ISO 14.001 que es sobre los sistemas de gestión ambiental, la legislación ambiental aplicable de acuerdo con el alcance del sistema de gestión de residuos sólidos vigentes para la fecha de este proyecto que son: La Constitución Política del Estado del 2009, Ley del Medio Ambiente N° 1333 del año 1992, Ley de gestión de residuos sólidos N° 755 del año 2015, los compromisos de la empresa están definidos por la alta dirección que está orientada por la realización de una gestión ambiental segura de los residuos de la empresa. A continuación, en la gráfica 5 se presentan los residuos que se reciclan.

Figura 7. *Residuos que se reciclan, reutilizan.*



Nota: Mamani (2018).

Para tal objetivo se tiene que garantizar la realización de una gestión que posea los parámetros a cumplir en los puntos que son fundamentales como la generación, recolección o el transporte interno, almacenamiento, entre otros. En otras palabras, los

objetivos que se plantean tienen que ser claros y concretos y tienen que poseer una concordancia con los compromisos de la empresa que son: minimizar la generación de residuos sólidos, separar de forma adecuada los residuos de la empresa, enfatizar y promover el aprovechamiento de los residuos, almacenar de forma adecuada los residuos sólidos y capacitar al personal para realizar una gestión adecuada de los desechos sólidos. Los programas planteados son: La implementación de los materiales que faciliten la gestión de los residuos sólidos, en este programa se pretende la dotación y selección de los recipientes, se tiene que tener en cuenta que en primer lugar el tipo de residuo y sus características, después se tiene que asegurar que los envases proporcionen seguridad e higiene, entre otros, poseer una capacidad y un volumen proporcional al peso y tienen que ser de material resistente y que sean de cierre fácil. En el programa 2 es sobre la educación, capacitación y sensibilización ambiental, este programa pretende poder establecer las acciones que la organización debe de seguir con el objetivo de lograr el desarrollo de las aptitudes necesarias que los empleados deben tener para que realicen una gestión adecuada en la empresa. En el programa 3 es sobre el fortalecimiento, adecuación de técnicas y procedimientos sobre el manejo de los residuos sólidos esto quiere decir que la empresa tiene que formar e informar al personal sobre los planes para la minimización de los residuos y la disminución del potencial contaminante de la empresa, también de la realización de análisis sobre el riesgo ambiental, entre otros. En el programa 4 implica la señalización para la gestión de los residuos sólidos, tiene el propósito de informar a los trabajadores sobre las características del ambiente, la señalización tiene que cumplir con los siguientes requisitos que son: poder satisfacer una necesidad justificada, ubicación apropiada, visibilidad

adecuada, imponer respeto a los usuarios, entre otros. Para el programa 5 se habla sobre la designación de incentivos, en otras palabras, es la evaluación mensual en cada una de las áreas de la organización, y premiar a las áreas que cumplan o se destaquen con las respectivas especificaciones para el óptimo manejo de los residuos que se generan (Mamani, 2018).

RESULTADOS

En el departamento de Antioquía se vienen implementando políticas para la reducción y aprovechamiento de residuos sólidos de una manera más formal por parte de las instituciones de control, a pesar de los años que lleva en curso la publicación del CONPES.

El relleno es el sistema más económico y utilizado para la disposición de los residuos sólidos en el municipio de Sopetrán, lo cual es una situación muy preocupante por el impacto ambiental a futuro, puesto que estos rellenos no solo generan emisiones de metano, polución y lixiviados que contaminan el suelo y las aguas, sino que también limitan el desarrollo urbano.

En la revisión bibliográfica sobre casos a nivel nacional y en el mundo, se pudo evidenciar que existen programas de gestión de residuos sólidos que se pueden desarrollar en el municipio; de los cuales se pueden extraer los siguientes puntos más importantes.

1. Utilizar la minería de rellenos (Krook, Svensson y Eklund (2012), que deriva principalmente de aspectos ambientales, se extrae del relleno materia prima y con ella se realizan productos comerciales. Su debilidad está fundamentada en la cantidad y calidad de las sustancias incorporadas al relleno, en Antioquía particularmente no se tiene información suficiente sobre el desmantelamiento de rellenos permitiendo alargar la vida útil.
2. En Rosario Argentina, cuenta con una planta de compostaje y tratamiento de residuos, pionera en el tratamiento de la fracción orgánica a gran escala, fue diseñada para procesar 200 toneladas de residuos por día, a la fecha de esta investigación procesaba en promedio 120 toneladas por día, eso representa aproximadamente el 15% del total de los residuos sólidos domiciliarios generados. El punto débil de este proceso fue el

aumento en la cantidad de residuos sólidos urbanos en las ciudades del área, y el incremento en la cantidad de residuos generados por la población; lo cual se debe a la inmigración de familias del área rural.

3. En Alemania, realizan operaciones de prevención de los residuos, preparación para la reutilización, reciclaje y otras operaciones de recuperación, en particular recuperación de energía y eliminación, frente a la responsabilidad pública y privada, las partes que fabrican, procesan o venden productos tienen que asumir la responsabilidad con respecto a los objetivos de la economía circular. Cuenta con plantas de incineración de residuos con una capacidad de 20 millones de toneladas, plantas de combustibles sustitutos con una capacidad de combustión de 5 millones de toneladas y plantas de tratamiento de residuos biomecánicos con una capacidad de alrededor de 5 millones de toneladas. En el municipio de Antioquía, no se cuenta con la capacidad económica para poder construir este tipo de plantas.
4. En Bélgica, se pone en práctica la estrategia del eco diseño de productos con la finalidad de que los jóvenes y empresarios contribuyan en la reducción del impacto negativo que poseen los desechos en el medio ambiente. Se dedican a la recolección y clasificación de los residuos sólidos, reciclaje de residuos de materiales aprovechables y se focalizan en la recuperación de energía. En el país aún está en proceso el diseño de eco productos, por lo cual es difícil aún poner en práctica esta opción de reciclaje.
5. En Brasil (Curitiba), se lleva a cabo el programa cambio verde, los alimentos son seleccionados, separados y conducidos por medio de los camiones hasta los puntos de cambio. El programa consiste en la política local de lucha contra el hambre y esto abarca

cuestiones como el desperdicio, la generación de los ingresos, la preservación ecológica y el incentivo a la organización de los productores. Se intercambian de forma mensual alrededor de 81 toneladas de alimentos por cada 300 toneladas de material reciclable y 4.000 litros de aceite de cocina usado. Esta práctica es factible de realizar en el municipio de Sopetrán, sin embargo, se necesita el apoyo de los agricultores y sobre todo de las autoridades del municipio.

6. En Costa Rica, mediante el programa misión planeta auspiciado por Coca Cola, se recupera el 75% de las botellas PET y latas que se han introducido en el mercado. Lo cual dio como resultado la recuperación de 8000 toneladas de material reciclable entre 2007 y 2013. En la actualidad en Sopetrán se lleva a cabo este tipo de trabajo de reciclaje, pero no se le da la importancia que debería porque no tienen un mercado marcado.
7. Estados Unidos (California), sus objetivos son: cero residuos a vertedero en 2020, no recurrir a la incineración como sistema de tratamiento. En San Francisco se utiliza el modelo de recogida de 3 flujos: reciclables, compostables y resto; también tiene residuos especiales, donde ingresan los residuos de la construcción. Se prohibió bolsas de plástico y envases de poliestireno, los envases deben ser compostables. Uno de sus principales aportes es el principio de: “El que contamina paga”, aplicando sanciones. Los programas utilizados en California pueden ser replicados en Sopetrán, puesto que no se necesita e mucha inversión, pero sí de bastante educación y concientización a la población, para poder reducir los residuos sólidos; quizá como en San Francisco aplicar sanciones por el exceso de basura.

8. Francia (París), entre sus políticas de gestión de residuos sólidos está la de separar los desechos en diferentes categorías, poner un costo a las bolsas en los supermercados para incentivar a usar bolsas biodegradables o reutilizables. Se observan grandes falencias, puesto que existe poca cantidad de materia orgánica, solo se procesa el 15% de los residuos que generan. De este programa se pueden rescatar como ejemplo el cobro por las bosas en los supermercados, para evitar su uso indiscriminado.
9. Japón (Tokio), es un país que le apuesta a la incineración por su reducido espacio para rellenos sanitarios, el producto obtenido lo utilizan para generar electricidad para la planta y el superávit venden a compañías. Hace la separación de residuos desde la fuente, en materiales combustibles, reciclables y el resto. Este tipo de manejo de residuos sólidos no es factible para el municipio, porque no se cuenta con plantas de incineración, que además de tener un costo elevado dañan el medio ambiente.
10. Países Bajos, buscan prevenir la generación de desechos, reciclarlos y reutilizarlos dentro de cada eslabón de la cadena de producción, sus objetivos son: restringir la creación de residuos, restringir la carga de las cadenas productivas sobre el medio ambiente, optimizar el uso de residuos en una economía circular. Para poder copiar los programas de los Países Bajos se debe tener políticas claras sobre el manejo de residuos sólidos y principalmente cumplirlas.
11. Suecia, entre sus mediadas más importantes están: la reducción del desperdicio de alimentos a lo largo de la cadena alimentaria, tener un sistema para la devolución de envases, impuestos sobre el vertido de residuos (basada en el peso). Al igual que las

anteriores, para poder copiar alguna de sus prácticas se debe capacitar a las personas para tener conciencia sobre el cuidado del medio ambiente.

12. Suiza, cuenta con leyes, iniciativas y convenios para el manejo de los residuos, se trabaja con la primicia de quien contamina paga, también fija requisitos para la importación y exportación de productos, se prohíbe mezclar los residuos, cuenta con una excelente infraestructura para la eliminación y aprovechamiento de sus residuos. Para Sopetrán este ejemplo de gestión de residuos sólidos es bastante motivador, puesto que Suiza es un país donde es obligatorio reciclar, además que cuenta con mucho apoyo económico para solventar la gran cantidad de plantas de reciclaje con las que cuenta.
13. Bolivia (Empresa PANDA), es una empresa que sigue los lineamientos de reducción de residuos sólidos de acuerdo a la Norma ISO 14.001, sobre sistemas de gestión ambiental; tiene objetivos claros y concretos que son los de minimizar la generación de residuos sólidos, separar de forma adecuada los residuos de la empresa, enfatizar y promover el aprovechamiento de los residuos, almacenar de forma adecuada los residuos sólidos y capacitar al personal para realizar una gestión adecuada de los desechos sólidos; cuenta con 4 programas para el manejo adecuado de los residuos sólidos. Es una empresa que le da mucha importancia al manejo de sus residuos sólidos, un ejemplo de imagen corporativa para otras empresas, enseñanzas que se pueden tomar para aplicarlas en el municipio.
14. Colombia (Empresa Procafecol), más conocida como Juan Valdez, cuenta con un programa de gestión residuos de aparatos electrónicos y eléctricos y residuos peligrosos, con el cual se logra que los equipos sean dispuestos de forma correcta. En cuanto a los

residuos sólidos están comprometidos con tecnologías de reúso que se destinan a rellenos sanitarios.

15. Antioquia, se emplean métodos de recolección de puerta a puerta, cajas estacionarias y contenedores; la disposición final de los residuos es a través del método de relleno sanitario y los residuos sólidos aprovechables son separados en la fuente.
16. Barranquilla, la disposición final se realiza en rellenos sanitarios, mismos que contaminan y tienen un impacto ambiental negativo generado hacia el Río Magdalena.
17. Cundinamarca, El aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos es un proceso aislado dentro del servicio de aseo público, el tratamiento de los residuos se hace en vertederos o incineradoras que se encuentran en zonas minoritarias, presentando riesgos ambientales y de salud pública. La construcción de plantas de aprovechamiento de compostaje y/o lombricultivo es una herramienta de viabilidad técnica, económica y ambiental para Cundinamarca.
18. Manizales, se basa en el concepto de área limpia, en el año 1995 el relleno contaba con una planta de separación para los residuos que presentaban características susceptibles de aprovechamiento, pero por problemas de espacio dejó de funcionar. Actualmente las tareas de los prestadores de aseo públicos son: la recolección, transporte, barrido, limpieza de vías y áreas públicas, entre otras. No existen procesos adecuados para la recuperación de material reciclable.
19. Municipio de Quibdó, se recolectan los residuos sólidos y se someten a diversos procesos, para aprovechar los materiales contenidos en dichos residuos, se lleva a cabo el reciclaje. compostaje y lumbricultura. Se reciclan 8500kg de plástico PET por semana,

se produce humus de lombriz como abono orgánico y el compostaje como abono para suelos.

Cuadro 1. Cuadro comparativo de prácticas de gestión de residuos sólidos nacionales e internacionales

País/Ciudad	Aspectos positivos	Aspectos negativos	Cantidad de residuos sólidos generados (2020)	Cantidad de residuos sólidos (p/reciclaje o relleno)
NACIONALES				
Antioquía	Proyecto basura cero, recolección puerta a puerta, en contenedores y cajas estacionarias. Recolección de residuos sólidos, separados en la fuente por 19 empresas	Método del relleno sanitario	4.421,48 ton/día	3.572,26 ton/día
Cundinamarca	Sistemas de aprovechamiento de compostaje y lombricultivos, para luego comercializar	Se hace en vertederos o incineradoras, que se encuentran en zonas minoritarias, provocando problemas de salud	1.885,08 ton/día	0,7 kg/hab.
Manizales	Proyecto ruta del agua Empresa de aseo realiza: recolección, transporte, barrido y limpieza de áreas públicas y vías	Relleno sanitario Poca gestión de residuos de construcción y demolición	550 ton/día	400 ton/día
Quibdó	Residuos sometidos a diversos procesos para aprovechar. Se lleva a cabo reciclaje, lombricultura y compostaje, para posteriormente comercializar	El servicio público solo se presta en el área urbana Quema de basura cerca del río Atrato	385,10 ton/día	40,34 ton/día

Empresa Procafecol Juan Valdez	Programa de gestión residuos de aparatos eléctricos y electrónicos Utilizan tecnología y estrategias de reúso que permitan cerrar ciclos	Incremento de residuos sólidos		0,64 ton/día
INTERNACIONALES				
Argentina/Rosario	Minimización, reutilización, separación, compostaje, envases y productos sustentables Planta de compostaje y tratamiento de residuos, con cap. para 200ton/día de residuos Programa hogares verdes	Relleno sanitario Incremento de residuos sólidos urbanos por inmigración de las áreas rurales	6.600 ton/día	800 ton/día
Alemania	Prevención de los residuos, preparación para la utilización, reciclaje y otras operaciones de recuperación. Economía circular 145 plantas (incineración, combustibles sustitutos, tratamiento de residuos biomecánicos)	Préstamos para invertir en las plantas	875.000 ton/día	55.550 ton/día
Bélgica	Mecanismos similares a los de Alemania, pone en práctica estrategias del eco diseño, con la finalidad de reducir el impacto ambiental 8920 lugares de recolección de botellas 675 empresas dedicadas a la recolección, clasificación, aprovechamiento y recuperación de energía.	Préstamos para invertir en las empresas recicladoras	84.637,5 ton/día	76.174,5 ton/día
Brasil/Curitiba	Programa cambio verde, cada 15 días, se cambia 4 kg de reciclajes por 1kg de verduras y frutas o 2lt de aceite de cocina utilizado por1Kg de alimentos. Los productos se adquieren de los productores locales Política local de lucha contra el hambre	Disminución de la colecta informal por la pandemia y control del gobierno	2560 ton/día	1.792 ton/día
Costa Rica	Programa misión planeta creado por Coca Cola	No imposición de impuestos a los empaques y	6.080,37 ton/día	33,33 ton/día

	Objetivo recuperar el 75% de botellas y latas que se han introducido al mercado	embalajes de los productos		
Chile	Implementación de 5 mesas de trabajo sobre REP		100.000 ton/día	83.333,33 ton/día
Dinamarca	Plan de recursos sin residuos: reciclar más – incinerar menos Enseñanza de la reutilización, emplear materiales reciclables en la producción, diseño de embalajes ecológicos		32.424,60 ton/día	17.717,50 ton/día
EEUU/California	No incineran, tienen un modelo de 3 flujos: reciclables, compostables y resto. Se prohibieron las bolsas de plástico, envases de poliestireno, introducción de envases compostables, evitar el desperdicio alimentario. El que contamina paga, aplicando sanciones Separar los desechos en verde (compostaje), azul (reciclaje) y negro(vertedero).		1.115,83 ton/día	650 ton/día
Francia/París	Separar la basura a territorios más compactos Que las bolsas de plástico tengan un costo en los supermercados o se cambien por biodegradables	Poca separación de las fuentes Solo se llega a procesar el 15% de los residuos que se generan	1.259.695,83 ton/día	629.847,92 ton/día
Japón/Tokio	Plantas de incineración, que se reflejan en un alto % de recuperación Generan electricidad Cada municipio es responsable de sus residuos sólidos Los residuos son separados desde la fuente	La ciudad no cuenta con espacio para vertederos, lo cual los obliga a resolver el problema dentro de la ciudad	8.000 ton/día	8.000 ton/día
México	Se reciclan neumáticos usados, para ser utilizados como combustible alternativo		175.000 ton/día	44.384,64 ton/día
Noruega	Sistema de ciclos serrados Reducción del desperdicio de alimentos, aprovechamiento de		1.250 ton/día	1.250 ton/día

	los residuos de plástico para recuperar la energía, uso de biogás			
Países Bajos	Buscan prevenir la generación de desechos dentro de cada eslabón de la cadena de producción Consta de sistemas de vertederos, incineración y compostaje Tiene 85 planes sectoriales de uso de residuos	Residuos en los vertederos	250.000 ton/día	200.000 ton/día
Suecia	Reducción del desperdicio de alimentos Devolución de envases Pago por recolección de basura de acuerdo al peso Impuestos a los productores de baterías		1,92 Kg/día/hab.	1,90 Kg/día/hab
Suiza	Reutilizar para prevenir nuevos materiales Quien contamina paga Requisitos para la importación y exportación de productos Prohibición de mezclar residuos, obligación de reciclar e incinerar Convierte los residuos en energía Posee 440 plantas		39,02 ton/día	27,31 ton/día
Bolivia/Empresa Panda	Sigue los lineamientos de la Norma ISO 14.001 Sus compromisos son: minimizar la generación de residuos sólidos, separar de forma adecuada, promover el aprovechamiento de los residuos, almacenar de forma adecuada y capacitar al personal. Tiene 5 programas para el correcto manejo de los residuos sólidos		41,89 Kg/día	30,58 Kg/día

Fuente: Fuente: SUI, sistema de gestión documental Orfeo, visitas, cálculos SSPD/elaboración propia

PROPUESTA DE UNA BUENA PRÁCTICA DE RESIDUOS SÓLIDOS

CURITIBA – BRASIL / PROGRAMA CAMBIO VERDE

Antecedentes del programa

El Programa Cambio Verde de Curitiba fue lanzado en 1991, hubo una gran cosecha de productos hortofrutícolas en la Región Metropolitana de Curitiba y, ante la gran cantidad de productos, los pequeños productores encontraron dificultades para la comercialización de sus cosechas y muchos estaban transformando su producción en abono orgánico. Ante esa realidad el poder público de manera creativa y de bajo costo, resolvió ayudar a los pequeños productores en el flujo de sus cosechas. Para ello, firmó convenio con la FEPAR - Federación Paranaense de las Asociaciones de los Productores Rurales, y pasó a adquirir el excedente de la producción y repasar estos productos a las familias en los puntos de cambio.

Ha sido reconocido internacionalmente como uno de los programas de gestión ambiental urbana más exitosos del mundo. Durante sus primeros 20 años, el programa recibió un presupuesto anual de aproximadamente 10 millones de dólares para financiar sus diversas iniciativas ambientales.

Curitiba es conocida por tener uno de los sistemas de recolección selectiva de residuos más eficientes del mundo, y gran parte de este éxito se debe al Programa Cambio Verde, del cual el Proyecto Feira do Lixo es una de las iniciativas. Según datos del gobierno municipal de Curitiba, en 2019 se recolectaron alrededor de 511.000 toneladas de residuos sólidos en la ciudad, de las cuales el 70% fueron destinadas al reciclaje y el compostaje gracias al sistema de recolección selectiva.

Descripción

El Programa Cambio Verde de Curitiba, Brasil, es un plan de gestión ambiental diseñado para promover la sostenibilidad y reducir el impacto ambiental de la ciudad. El programa se divide en varios proyectos y acciones, que incluyen:

1. Reciclaje y gestión de residuos: El programa promueve la separación de residuos y la recolección selectiva en toda la ciudad. También se implementan programas de compostaje para aprovechar los residuos orgánicos.
2. Áreas verdes y parques: El programa fomenta la creación y mantenimiento de áreas verdes y parques en toda la ciudad. Además, se promueve la plantación de árboles y la conservación de los espacios verdes existentes.
3. Transporte sostenible: El programa busca fomentar el uso del transporte público y la bicicleta como alternativas al automóvil privado. También se están implementando programas para reducir la emisión de gases de efecto invernadero por parte de los vehículos.
4. Educación ambiental: El programa incluye actividades y programas educativos para concienciar a la población sobre la importancia de la sostenibilidad y la protección del medio ambiente.

En general, el Programa Cambio Verde de Curitiba busca mejorar la calidad de vida de sus habitantes a través de una gestión ambiental responsable y sostenible, ha sido financiado con un presupuesto anual considerable para llevar a cabo sus diversas iniciativas de sostenibilidad y gestión ambiental.

El Programa Cambio Verde de Curitiba incluye un proyecto de intercambio de alimentos por residuos sólidos llamado "Feira do Lixo". Este proyecto tiene como objetivo incentivar la recolección selectiva de residuos y reducir el impacto ambiental al mismo tiempo que se promueve la seguridad alimentaria de las comunidades más vulnerables.

El proyecto consiste en que los ciudadanos pueden intercambiar residuos sólidos como papel, plástico y vidrio por tickets que luego se pueden utilizar para adquirir alimentos frescos y saludables producidos por agricultores locales. Las ferias se realizan semanalmente en diferentes barrios de la ciudad y son administradas por la Secretaría Municipal del Medio Ambiente de Curitiba. Los agricultores locales participantes en la feria venden sus productos a precios justos y competitivos, y así se promueve la economía local y la agricultura sostenible.

Proceso

El Programa Cambio Verde actúa directamente en la comunidad en 102 puntos fijos de cambio, en todas las regionales de Curitiba. Los alimentos son adquiridos de productores rurales de la Región Metropolitana de Curitiba y entregados al Programa Cambio Verde. Los alimentos son seleccionados, separados y conducidos por medio de camiones hasta los puntos de cambio. El equipo permanece en el lugar por un período variable. Algunos puntos tienen una duración de 1 (una) hora y otros de 2 (dos) horas, según el número de personas y el volumen de basura reciclable. En los puntos de cambio quedan dos camiones: uno que recoge el material reciclable y otro que conduce los alimentos para distribución. Los cambios ocurren quincenalmente, de martes a viernes. La población atendida recibe el calendario anual para programación. Cada 4 kg de material reciclable equivale a 1 Kg de alimentos y cada 2 litros de aceite de cocina utilizado equivale a 1 kg de alimentos.

Costo y financiamiento

El programa consiste en política local de lucha contra el hambre, que abarca cuestiones como el desperdicio, la generación de ingresos, la preservación ecológica y el incentivo a la organización de productores. La compra institucional deriva de la negociación con Asociaciones de Productores que organizan pequeños y medianos productores de la Región Metropolitana a través de la Federación de Productores de Paraná - FEPAR. El recurso para la compra de los alimentos es del presupuesto de la Secretaría Municipal del Medio Ambiente - SMMA, del Ayuntamiento Municipal de Curitiba.

Impacto

En 2017, con 101 puntos en funcionamiento, atiende en promedio 6.000 personas/mes y se intercambian mensualmente alrededor de 81 toneladas de alimentos por 300 toneladas de material reciclable y 4.000 litros de aceite de cocina usado.

El proyecto ha sido muy exitoso en Curitiba, ya que no solo ha incentivado la recolección selectiva de residuos, sino que también ha promovido la economía local y la agricultura sostenible. Además, ha mejorado el acceso a alimentos frescos y saludables para las comunidades más vulnerables, lo que ha contribuido a reducir los índices de malnutrición en la ciudad.

Desafíos

En los últimos años se ha observado que el Programa Cambio Verde viene caminando de forma apenas operacional, es decir, solo con la recolección del material reciclable/aceite de cocina usado y distribución de alimentos, actuando en 102 puntos de cambio. Algunos puntos de servicio se tornaron permanentes a lo largo de los años, aunque la región en que están ubicados

haya sido desarrollada, y cuentan con la estructura de servicios regulares de la PMC como la recolección domiciliaria de basura y la recolección de la basura reciclable a través del Programa "basura que no es basura". Se observa, además, la falta de acciones educativas que permitan el traspaso de informaciones a la población que utiliza el beneficio, como también, ante la demanda y falta de recursos para la expansión del Programa, hay lugares de riesgo social que no están siendo atendidos. Así, se hace necesaria la realización de una intervención planificada que viabilice nuevas acciones integradas e intersectoriales, las cuales puedan dar nueva dirección al Programa Cambio Verde en las comunidades, a través de acciones educativas y estudio completo de la realidad de la comunidad de cada punto, así como el levantamiento de la real necesidad de implantación de nuevos puntos en áreas de riesgo social y ambiental.

Qué se aprendió

En resumen, aunque no se dispone de información exacta sobre la cantidad de residuos recolectados con el Proyecto Feira do Lixo, este forma parte de un programa más amplio que ha logrado resultados positivos en la recolección selectiva y el manejo sostenible de residuos sólidos en la ciudad de Curitiba. Se observa que las vías de las comunidades están más limpias y que las personas allí moradoras están sensibilizadas con el destino correcto de los residuos producidos.

SOPETRÁN – ANTIOQUIA – COLOMBIA

Objetivo

El objetivo se orienta a reducir efectivamente la cantidad de residuos que llegan al sitio de disposición final, recuperándolos para reintegrarlos a los procesos productivos, por lo que se propone impulsar y fomentar el aprovechamiento de los residuos generados.

Contexto

Sopetrán cuenta con la prestación del servicio público de recolección y transporte de residuos sólidos, prestado por Empresas Públicas Municipales de Sopetrán E.S.P, quien recoge los desechos ordinarios de los hogares, empresas y comercios de la zona. Los residuos son llevados directamente a disposición final en el relleno sanitario La Pradera.

A pesar de contar con la prestación del servicio de aseo en el municipio, siguen existiendo focos de contaminación por la falta de gestión de los residuos sólidos y de cultura ciudadana.

Propuesta

Después de haber realizado un análisis de varias prácticas para reducir los residuos sólidos a nivel nacional e internacional, resalta el realizado en Curitiba – Brasil.

Tomando este caso como ejemplo, se expone la presente propuesta.

1. Agricultura

El municipio de Sopetrán, ubicado en el departamento de Antioquia en Colombia, tiene una importante actividad agrícola. La producción agrícola se concentra principalmente en cultivos de frutales, hortalizas y café.

El cultivo de frutales es uno de los más importantes en la región, destacándose la producción de mango, aguacate, naranja, mandarina y limón. Además, se producen otros frutales como guayaba, banano y piña. Estos productos son cultivados en pequeñas y medianas fincas, muchas de las cuales han adoptado prácticas agroecológicas y sostenibles.

En cuanto a las hortalizas, se cultivan principalmente tomate, cebolla, pimentón, zanahoria, brócoli y coliflor. Estos cultivos se producen en invernaderos

y en cultivos a campo abierto, y son comercializados en los mercados locales y regionales.

El café es otro cultivo importante en el municipio, con una producción de alta calidad y reconocimiento a nivel nacional e internacional. Se cultivan variedades como Caturra, Colombia y Castillo, en fincas de pequeña y mediana escala.

Además de los cultivos mencionados, también se producen otros productos agrícolas como maíz, yuca, plátano, entre otros. En cuanto a la comercialización de los productos agrícolas, existen varios canales de distribución, entre los que destacan los mercados locales y regionales, y la exportación de algunos productos como el café y el aguacate hass.

Aunque la agricultura en el municipio de Sopetrán es una actividad importante y representa una fuente de ingresos para muchas familias, también enfrenta algunos problemas que afectan su desarrollo y sostenibilidad. Algunos de los principales problemas son:

- Falta de acceso a financiamiento: Muchos pequeños productores tienen dificultades para acceder a créditos y financiamiento para invertir en sus cultivos y mejorar sus prácticas agrícolas.
- Cambio climático: La variabilidad climática y el cambio climático afectan la producción agrícola en la región, especialmente en épocas de sequía o inundaciones.

- Escasez de mano de obra: En algunos momentos del año, como en épocas de cosecha, los productores enfrentan dificultades para encontrar mano de obra suficiente y calificada para realizar las labores agrícolas.
- Falta de tecnología e innovación: Muchos productores aún utilizan métodos tradicionales y no tienen acceso a tecnología e innovación para mejorar la productividad y la calidad de sus cultivos.
- Competencia desleal: Algunos productores enfrentan competencia desleal de productos importados o de otras regiones, que pueden tener precios más bajos y afectar la comercialización de los productos locales.
- Falta de infraestructura: La falta de infraestructura adecuada, como carreteras y sistemas de riego, puede limitar la producción y comercialización de los productos agrícolas.

Es importante abordar estos problemas para fortalecer la agricultura local y mejorar la calidad de vida de los productores y sus familias.

Tomando como ejemplo a Curitiba las autoridades municipales podrían apoyar con financiamiento a los agricultores, de esta manera el municipio compraría los alimentos producidos y los vendería a la población, usando como moneda de cambio residuos sólidos reaprovechables; con lo que se haría que muchas familias puedan acceder a los alimentos y también se disminuiría la cantidad de residuos sólidos entregados al sistema local de aseo urbano.

2. Aplicación del programa Cambio Verde de Curitiba en Sopetrán

El programa "Cambio Verde" de Curitiba, Brasil, es un modelo exitoso de gestión ambiental que se enfoca en la reducción de residuos sólidos y la promoción del reciclaje

y la reutilización de materiales. Este programa podría tener una aplicación útil en el municipio de Sopetrán, Colombia, para abordar los problemas de gestión de residuos y promover prácticas más sostenibles.

El programa "Cambio Verde" se basa en la implementación de un sistema de recolección selectiva de residuos, donde los ciudadanos separan los residuos en diferentes categorías en sus hogares y estos son recolectados por el municipio de forma diferenciada. Además, el programa promueve la reutilización de materiales, como la transformación de objetos en desuso en productos nuevos a través de talleres y capacitaciones, y fomenta la economía circular a través del compostaje de residuos orgánicos.

En Sopetrán, este programa podría ser adaptado a través de la implementación de campañas de concientización y educación para promover la separación de residuos en los hogares y la participación activa de la comunidad en la gestión de residuos. También se podrían establecer alianzas con organizaciones y empresas locales para la reutilización de materiales y la promoción de la economía circular. Además, se podrían establecer puntos de acopio de residuos reciclables en diferentes puntos del municipio para facilitar su recolección y procesamiento.

También, se podría implementar una iniciativa similar a través de la creación de ferias del reciclaje en diferentes barrios y comunidades del municipio. En estas ferias se podrían intercambiar materiales reciclables por alimentos, productos de limpieza y otros bienes y servicios, lo que incentivaría la práctica del reciclaje.

Además, se podrían ofrecer talleres y capacitaciones en las ferias para enseñar técnicas de reciclaje y reutilización de materiales, y para concientizar a la comunidad sobre la importancia de la gestión sostenible de residuos.

3. Capacitaciones y concientización

Promover el reciclaje y la separación de residuos desde su origen como una medida para disminuir la cantidad de desechos que se genera en la zona.

El municipio debería contar con programas de educación y concientización ciudadana para fomentar estas prácticas, algunas de ellas son:

- Programa de Reciclaje: Este programa busca promover la cultura del reciclaje y la separación en la fuente de residuos en los hogares, empresas e instituciones públicas y privadas. Se realizarán jornadas de sensibilización y capacitación para informar sobre los tipos de residuos que pueden ser reciclados, cómo separarlos y dónde depositarlos.
- Escuela del reciclaje: Este programa está dirigido a los estudiantes de las escuelas y colegios del municipio, con el objetivo de educar sobre la importancia de la gestión de residuos sólidos y fomentar el reciclaje. Se impartirán charlas, talleres y actividades lúdicas para que los estudiantes comprendan cómo funciona el sistema de gestión de residuos en su municipio y cómo pueden contribuir a cuidar el medio ambiente.
- Puntos Verdes: Establecer varios puntos de recolección de residuos sólidos en diferentes lugares del municipio, como parques, plazas y zonas comerciales. En estos puntos, se realizarán actividades de concientización y sensibilización para informar sobre la importancia de separar los residuos y depositarlos en el lugar adecuado.

- Campañas de Limpieza: El municipio realizará periódicamente campañas de limpieza en diferentes zonas del municipio, con la participación de la comunidad. Estas campañas tienen como objetivo sensibilizar sobre la problemática de los residuos sólidos y promover la participación ciudadana en la gestión de los mismos.
- Ferias Ambientales: Se realizarán ferias ambientales en el municipio, donde se presentan productos y tecnologías que promueven la gestión sostenible de residuos sólidos. Además, se ofrecen charlas y talleres sobre temas relacionados con el medio ambiente y la gestión de residuos.

Estos programas tienen como objetivo promover una cultura de cuidado del medio ambiente y fomentar la participación ciudadana en la gestión de los residuos.

4. Financiamiento

Para obtener financiamiento para proyectos de gestión de residuos sólidos en Sopetrán, Colombia, y específicamente para la aplicación de este programa, existen varias opciones que se pueden explorar:

- Fondo Nacional de Regalías: este fondo tiene como objetivo financiar proyectos de inversión que mejoren la calidad de vida de las comunidades. La gestión de residuos sólidos es una de las áreas prioritarias del fondo y se pueden presentar proyectos a través de la plataforma virtual "Fondo Nacional de Regalías - FNR".
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible tiene diferentes programas y líneas de financiamiento para proyectos que promuevan la gestión sostenible de residuos sólidos, como el "Programa de

Fortalecimiento a la Gestión Integral de Residuos Sólidos" y el "Programa de Economía Circular".

- Cooperación internacional: existen diferentes programas y convocatorias de cooperación internacional que financian proyectos de gestión de residuos sólidos en países en desarrollo. Es importante investigar y aplicar a los programas que se adapten a las necesidades y características específicas de Sopetrán.
- Empresas y organizaciones privadas: muchas empresas y organizaciones privadas tienen programas de responsabilidad social y ambiental que financian proyectos de gestión de residuos sólidos en comunidades locales. Es importante investigar y establecer alianzas con empresas y organizaciones que compartan los mismos objetivos y valores.

Es importante que los proyectos presentados tengan una planificación y ejecución adecuada, con un enfoque en la sostenibilidad y el impacto positivo en la comunidad. Además, es recomendable contar con el apoyo de organizaciones y grupos locales para fortalecer la participación ciudadana y la sostenibilidad a largo plazo del proyecto.

En resumen, la aplicación del programa "Cambio Verde" de Curitiba en Sopetrán podría ser una herramienta útil para abordar los problemas de gestión de residuos y promover prácticas más sostenibles en el municipio. Es importante que la implementación del programa se adapte a las necesidades y características específicas de la región para lograr resultados efectivos y duraderos.

TRABAJO DE CAMPO

Como complemento al presente trabajo de investigación, se realizó la visita a dos organizaciones que se encargan del manejo de Residuos Sólidos, de las cuales se extrajo información sobre las prácticas que realizan, mismas que también puede ser replicadas en el municipio de Sopetrán.

VISITA A ECA EMVARIAS

Es la organización responsable por 56 años de brindar el servicio público de aseo domiciliario y sus actividades complementarias en la ciudad de Medellín. Su trayectoria, conocimiento e innovación en el contexto de la gestión integral de residuos sólidos la han convertido en una empresa emblemática en la provincia de Antioquia, reconocida por la calidad de los servicios que brinda.

Trabaja con el objetivo de la construcción de territorios sostenibles y competitivos. Cuenta con una planta de 264 colaboradores directos y de 1.876 indirectos, para la operación del servicio de aseo y el Relleno Sanitario. La compañía cubre con sus servicios a la capital antioqueña y sus cinco corregimientos donde atiende a 767.668 usuarios suscritos, entre el sector residencial, comercial e industrial.

ECA EMVARIAS es una estación de clasificación de aprovechamiento de residuos sólidos que conformo la empresa EMVARIAS en la ciudad de Medellín. Con la puesta en marcha de este proyecto de aprovechamiento de residuos sólidos en el área metropolitana del Valle de Aburrá, procesan diariamente 7.5 toneladas al día y han logrado vincular 10 recuperadores de oficio, que

ahora pertenecen a la organización y cuentan con unas condiciones laborales de formalidad y estabilidad.

Figura 8. Almacén de acopio de residuos sólidos



Nota: ECA EMVARIAS

Figura 9. Almacén de acopio de residuos sólidos ECA EMVARIAS



Nota: ECA EMVARIAS

Dentro de sus buenas prácticas de manejo integral de residuos sólidos, implementaron lo que se reconoce como “Puntos Naranja”, que cumplen la función de recibir residuos en diferentes zonas estratégicas de la ciudad. Actualmente existen 6 puntos naranja con diferentes turnos de trabajo y son operados por dos personas. A estos se acercan los diferentes usuarios, tanto grandes generadores como unidades cerradas y grandes negocios de las zonas comerciales, como los pequeños generadores como residenciales o los diferentes transeúntes que se desplazan por el espacio público.

Figura 10. Punto naranja - EMVARIAS



Nota: Punto Naranja Provenza Medellín

Figura 11. *Recolección de residuos - Punto Naranja*



Nota: Punto Naranja Provenza Medellín

Articulado a todo esto, EMVARIAS ha diseñado el programa llamado CULTURA CUIDADANA DE ASEO, con el cual realiza un importante trabajo de educación y sensibilización a la ciudadanía en su propio barrio, y han implementado una estrategia de enseñanza con los niños a través del arte como manera de aprender a reciclar y a reutilizar. Una de ellas son las obras de teatro que realizan en las instituciones educativas y los personajes que crearon como procesos pedagógicos “Linda Calle” y “Pepe” los cuales son iconos de la limpieza en Medellín, quienes recorren la ciudad y sus calles enseñando el adecuado manejo de los residuos sólidos.

Figura 12. Cartilla cultura ciudadana de aseo - Emvarias



Fuente: Cultura ciudadana de aseo - Emvarias

Figura 13. Linda Calle y Pepe – Cultura ciudadana de aseo



Fuente: Cultura ciudadana de aseo - Emvarias

Su capacidad operativa, calidad, experiencia, oportunidad y tradición son los principales rasgos que identifican a Emvarias (Empresas varias de Medellín) como una organización representativa para Medellín, que innova y trabaja por el bienestar de sus habitantes.

VISITA A BIOCICLO

Biociclo es una empresa ubicada en la vereda el salado, corregimiento de San Antonio Prado, Medellín, departamento de Antioquia. Allí llevan a cabo un interesante proceso de aprovechamiento del material orgánico enfocándose en procesos de compostaje. Su principal captación de residuos orgánicos deriva del área metropolitana del Valle de Aburrá, entre otros municipios como San Pedro de los Milagros.

Para el año 2022 cerraron con una transformación de 19.000 toneladas de residuos orgánicos, estos generados por los diferentes usuarios residenciales, grandes productores, y por las empresas de servicios públicos en sus actividades de mantenimiento de zonas verdes y poda de árboles. Estos residuos verdes, al igual que las otras categorías de residuos orgánicos también son tratados para procesos de compostaje.

Biociclo actualmente cuenta con certificación del ICA tanto de sus procesos de producción, como en su producto final. Sello de confianza para las empresas y actores estratégicos que integran su cadena de valor desde el ingreso de materias primas, hasta la venta de abonos y los diferentes productos de su cartera, a los agentes comercializadores.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Después de haber culminado con el presente trabajo de revisión del estado del arte, de algunos sistemas de gestión integral de residuos sólidos en Colombia y en el mundo, se llega a las siguientes conclusiones.

- De acuerdo a los sistemas de aprovechamiento, tratamiento y comercialización de residuos sólidos estudiados se pudo observar que, tanto a nivel nacional e internacional son modelos públicos, existiendo en menor cantidad privados o público-privados. En la mayoría de los casos internacionales se realizan prácticas de reciclaje de Residuos Sólidos mediante plantas especializadas, con tecnología de punta, además se realizan campañas de concientización para el cuidado del medio ambiente, se cobra un impuesto si se exceden en la cantidad autorizada de residuos sólidos. Utilizan diferentes alternativas para evitar la acumulación de residuos sólidos, en algunos países es una obligación separar los residuos, caso contrario reciben multas.
- En el caso nacional, el manejo de residuos sólidos se encuentra aún en proceso de crecimiento, si bien existen empresas que realizan el aprovechamiento, tratamiento y comercialización de los residuos sólidos son privadas, puesto que el Estado no tiene como prioridad el manejo adecuado de los residuos sólidos entre sus políticas.
- Se pudieron identificar 3 modelos de gestión integral de residuos sólidos, de los cuales se pueden recomendar sus buenas prácticas y replicar en el municipio de Sopetrán. Los cuales son el de Curitiba (Brasil), San Francisco/California (Estados Unidos) y Suiza.
- De acuerdo a los resultados obtenidos se vio por conveniente replicar el proyecto "Feira do Lixo" del Programa Cambio Verde de Curitiba/Brasil que es un ejemplo innovador de

cómo la gestión ambiental y la seguridad alimentaria pueden combinarse para mejorar la calidad de vida de la población.

- La propuesta que se hace para el municipio de Sopetrán es una opción que puede ser viable y sobre todo ayudar mucho con el problema de la gestión adecuada de los residuos sólidos, la cual servirá para promover la economía local y la agricultura sostenible.

Recomendaciones

Se proponen las siguientes recomendaciones de implementación, de las buenas prácticas evidenciadas en los sistemas de aprovechamiento, con las cuales, se pueda articular un modelo de gestión integral de residuos sólidos, en el municipio de Sopetrán departamento de Antioquia.

- Reducción de la contaminación ambiental mediante el tratamiento de residuos sólidos en Municipio de Sopetrán.
- Promover la imposición de sanciones a los infractores de la normatividad ambiental relacionada con los residuos sólidos juega un papel fundamental para desincentivar su inadecuada gestión. Para ello se creó mediante la Ley 1259 de 2008 la figura del comparendo ambiental para los infractores de la normatividad aplicable a los residuos sólidos. Figura que, por las dificultades en su imposición y posterior cobro, aún no alcanza los resultados esperados.
- Se debe incluir en la agenda nacional ambiental la necesidad de que el país debe avanzar de la mano de la comunidad en la gestión de los residuos sólidos, de manera que las empresas de servicios públicos y las autoridades ambientales puedan aligerar su carga de gestión, involucrando a la ciudadanía en la separación selectiva y en las oportunidades económicas y productivas derivadas del aprovechamiento de residuos.

- Realizar un acompañamiento con entes del sector público y privado para asesorar a comunidades en temas de autogestión de los residuos, donde se busque la forma de mejorar de forma continua y adaptarse a las nuevas condiciones socio naturales para poder ofrecer soluciones creativas al problema de la contaminación por los residuos sólidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, R. (2019). *San Francisco quiere ser una ciudad con cero desperdicio*. El País. https://elpais.com/sociedad/2019/10/21/actualidad/1571691263_527653.html#:~:text=La%20empresa%20privada%20recolecta%2C%20recicla,sobre%20tecnolog%C3%ADa%20y%20mejores%20pr%C3%A1cticas.
- Alcaldía de Curitiba (2018). <https://www.curitiba.pr.gov.br/>
- Aparcana, S. (2017). *Approaches to formalization of the informal waste sector into municipal solid waste management systems in low-and middle-income countries: Review of barriers and success factors*. *Waste management*, 61, 593-607. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X1630767X>
- Arıkan, E., Şimşit, Z., & Vayvay, Ö. (2017). *Solid waste disposal methodology selection using multi-criteria decision-making methods and an application in Turkey*. *Journal of Cleaner Production*, 142, 403-412. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615014389>
- Ariza, A., y Pinzón, J. (2020). *Diseño de una guía técnica para el manejo, recolección y disposición de los residuos sólidos del municipio de Cimitarra*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/38765>
- Arrieta, C. (2017). *Propuesta de políticas integrales de gestión ambientalmente adecuada de manejo de residuos sólidos para el Distrito Metropolitano de Quito*. (Tesis de Maestría). Universidad Andina Simón Bolívar. <https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/5884>

Beltrán, J., y Vargas, D. (2019). *Evaluación económica del aprovechamiento de residuos sólidos domiciliarios en Bogotá del 2012 al 2019*. (Tesis de Pregrado). Universidad de La Salle.

<https://ciencia.lasalle.edu.co/economia/901/>

Brenes, Y. (2018). *Propuesta socioeducativa ambiental para la gestión integral de residuos sólidos, de la población de los distritos de Pacayas y Capellades, del cantón de Alvarado, Cartago: Costa Rica*. (Tesis de Pregrado). Universidad de Costa Rica.

<http://repo.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/8587/1/44033.pdf>

Canchari, F., e Iannacone, J. (2021). *Residuos Sólidos Municipales en el Centro Poblado de Madeán, distrito de Madeán, provincia de Yauyos, región Lima, Perú en época de Pandemia del Covid-19*. Paideia XXI, 11(2), 275-289.

<http://revistas.urp.edu.pe/index.php/Paideia/article/view/4038>

Canchucaja, A. (2018). *Efectos urbano-ambientales producidos por la gestión de residuos sólidos del mercado de abastos "La Hermelinda" en el distrito de Trujillo, 2017*. (Tesis de Pregrado). Universidad Cesar Vallejo.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/11771>

Carmen, V., Rodríguez, A., Juárez, A., Sampedro, M., Reyes, M., y Silva, S. (2019). *La importancia de la participación y corresponsabilidad en el manejo de los residuos sólidos urbanos*. Acta universitaria, 29.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-62662019000100195&script=sci_arttext

Castañeda, S., y Rodríguez, J. (2017). *Modelo de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, Colombia*. Revista Universitaria Salud. 19(1). 116-125.

<http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v19n1/0124-7107-reus-19-01-00116.pdf>

Castro, V. (2018). *Manejo de residuos sólidos del sector textil en Colombia basado en el modelo de economía circular*. (Tesis de Pregrado). Universidad Militar Nueva Granada.
<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/20378>

Celis, P., y Cortes, L. (2020). *Formulación del plan de gestión integral de residuos sólidos de la unidad residencial palmeras del cacique etapa 1 (Bucaramanga-Santander)*. (Tesis de Pregrado). Unidades Tecnológicas de Santander.
<http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/3925>

Cortés, C. (2018). *Estudio de los residuos sólidos en Colombia*. U. Externado de Colombia.
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=H99hDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=residuos+solidos&ots=OvpYWiluAC&sig=xigVxs03yx3C0Ey1wyiiWW6UNIs>

Costas, P. (2022). *Bases para un Manual de Buenas Prácticas Ambientales para el Sanatorio “Prof. León S. Morra” orientado a residuos sólidos y compras verdes*. (Tesis de Pregrado). Universidad Empresarial Siglo 21.
<https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/handle/ues21/26229>

Cuevas, C. (2022). *Gestión de residuos domiciliarios en Europa. Regulación de Unión Europea (UE), legislación y políticas públicas de Bélgica, España, Francia y Países Bajos*.
https://www.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33506/2/Tratamiento_residuos_domiciliarios_Experiencia_comparada_SUP135235_Ed_Final.PDF

De la Cruz, B. (2017). *Apoyo técnico a la formulación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), del municipio de Mercaderes – Cauca*. (Tesis de Pregrado). Corporación

Universitaria Autónoma del Cauca.

<https://repositorio.uniautonomo.edu.co/handle/123456789/194>

De Souza, A., González, S., Faceli, K., & Casadei, V. (2017). *Technologies and decision support systems to aid solid-waste management: a systematic review*. *Waste management*, 59, 567-584. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X16306171>

Diaz, J. (2021). *Análisis técnico-económico de una planta incineradora de residuos sólidos urbanos para la generación de energía eléctrica en la región Lambayeque utilizando recuperación de calor*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9962>

El País (2019). *San Francisco quiere ser una ciudad con cero desperdicio*. https://elpais.com/sociedad/2019/10/21/actualidad/1571691263_527653.html

EU-Japan Centre for Industrial Cooperation. (2015). *Waste management and Recycling in Japan Opportunities for European companies (SMEs focus)*. <https://www.eu-japan.eu/publications/waste-management-and-recycling-japan-opportunities-european-companiessmes-focus>

European Environment Agency. (2016). *Norway - Material resource efficiency in Europe*. <https://www.eea.europa.eu/publications/more-from-less/norway-material-resource-efficiency/view>

European Environment Agency. (2016). *Netherlands - Material resource efficiency in Europe*. <https://www.eea.europa.eu/publications/more-from-less/netherlands-material-resourceefficiency/view>

	MAESTRÍA EN ECONOMÍA MAESTRÍA EN ECONOMÍA APLICADA	Página 122 de 128
---	---	----------------------

European Environment Agency. (2016). *Belgium - Material resource efficiency in Europe.*

<https://www.eea.europa.eu/publications/more-from-less/belgium-material-resource-efficiency/view>

Galíndez, J. (2021). *Fortalecimiento de los programas establecidos en el Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos del Centro Administrativo Municipal de la Alcaldía de Medellín.* (Tesis de Maestría). Universidad de Antioquia.

<https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/18393>

Giraldo, J. (2020). *Propuesta de manual para la implementación del Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos (SGIRS) para los talleres de mecánica automotriz en la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca-Colombia.* (Tesis de Pregrado). Universidad Autónoma de Occidente. <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/12402/T09247.pdf>

Granados, S. (2022). *Retos en la implementación de la responsabilidad extendida del productor: La gestión pos-consumo de residuos en Colombia.*

<https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/6033>

Guevara, E. (2020). *Análisis y propuesta para el dinamismo de incentivos económicos que promueven la economía circular en materia de residuos sólidos en Colombia.* (Tesis de Maestría). Universidad EAFIT. <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/24355>

Hafner, G. (2016). *Buenas Prácticas Internacionales en la Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios e Industriales con referencia específica al concepto de la Responsabilidad Extendida del Productor.* TTI Technologie-Transfer-Initiative GmbH. 1-100.

Hernández, F. (2018). *Propuesta del plan de gestión integral de residuos sólidos del proyecto control de pérdidas Codensa a cargo de la empresa Bureau Veritas en Bogotá DC.* (Tesis

de Pregrado). Universidad del Bosque.

<http://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/3281>

Hernández, L., Benítez, M., y Bermúdez, J. (2018). *Caracterización físico-química de la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos del vertedero controlado en el Centro Urbano Abel Santamaría de Santiago de Cuba*. Tecnología Química, 38(2), 369-379.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852018000200014

Hernández, H., Niebles, W., y Feria, J. (2020). *La gestión de residuos sólidos en la ciudad de Barranquilla, Colombia*. Revista Espacios, 41(47), 86-96.

<https://www.revistaespacios.com/a20v41n47/a20v41n47p07.pdf>

Hillenbrand, P., y Villarreal, M. (2021). *Fortalecimiento de la gestión integral de residuos sólidos generados en la atención de la salud en la enfermería ASMEDIC-U de la Universidad de la Costa*. (Tesis de Pregrado). Corporación Universidad de la Costa.

<https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/8878>

Huamaní, C., Tudela, J., y Huamaní, A. (2020). *Gestión de residuos sólidos de la ciudad de Juliaca-Puno-Perú*. Revista de Investigaciones Altoandinas, 22(1), 106-115.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572020000100106&script=sci_arttext

Knickmeyer, D. (2020). *Social factors influencing household waste separation: A literature review on good practices to improve the recycling performance of urban areas*. Journal of cleaner production, 245. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619334754>

Lavao, A., y Yepes, Z. (2021). *Elaboración de abonos orgánicos derivados de los residuos sólidos aprovechables, procedentes del restaurante escolar en la Institución Educativa Rural Las Lajas de la Inspección de Yurayaco, del municipio de San José del Fragua*. (Tesis de

Especialización). Fundación Universitaria Los Libertadores.

<https://repository.libertadores.edu.co/handle/11371/4442>

Lepineux, N., y Ortiz, V. (2016). *Evaluación del plan de gestión integral de residuos sólidos de la ciudad de Manizales y estrategias de mejora para los programas prioritarios*. (Tesis de Pregrado). Universidad Católica de Manizales.

Lobo, L. (2021). *Marco base de la política pública de economía circular enfocado en una perspectiva de gestión y manejo de residuos sólidos para la ciudad de Medellín*. (Tesis de Pregrado). Universidad de Antioquia.

<https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/21782>

López, Y., y Orozco, B. (2020). *Gestión de residuos sólidos urbanos: Un enfoque en Colombia y el departamento de Antioquia*. Cuaderno Activa. 11. 120-154.

<https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/808/916>

Martínez, L. (2021). *Implementación de iniciativas eficientes para el mejoramiento del manejo de residuos sólidos peligrosos, uso y ahorro del agua en la empresa agrícola Sara Palma S.A.* (Tesis de Pregrado). Tecnológico de Antioquia.

<https://dspace.tdea.edu.co/handle/tdea/2473>

Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. (2018). *Waste Management in Germany 2018. Facts, data, diagrams*.

<https://www.bmu.de/en/publication/abfallwirtschaft-in-deutschland-2018/>

Mamani, L. (2018). *Diseño de un sistema de gestión de residuos sólidos con base en el reglamento ambiental para el sector industrial manufacturero en la industria de alimentos inal Ltda.* (Tesis de Pregrado). Universidad Mayor de San Andrés.

	<p style="text-align: center;">MAESTRÍA EN ECONOMÍA MAESTRÍA EN ECONOMÍA APLICADA</p>	<p style="text-align: right;">Página 125 de 128</p>
---	---	---

- Moreno, M. (2022). *Propuesta para el manejo de residuos sólidos en el Relleno Sanitario del Distrito Especial de Barrancabermeja – Santander*. (Tesis de Maestría). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/30933>
- Moreno, D., y Viancha, L. (2019). *Identificación de alternativas de aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos domiciliarios en el municipio de Tauramena Casanare*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/28257>
- Mozombite, J. (2021). *Buenas prácticas ambientales y manejo de residuos sólidos en la Municipalidad Provincial de San Martín, 2020*. (Tesis de Maestría). Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56182>
- Muñoz, J. (2018). *Formulación del plan de gestión integral de residuos sólidos de la Fundación Carvajal, de acuerdo a la normativa colombiana vigente* (Tesis de Pregrado). Universidad Autónoma de Occidente. <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10363/T08010.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Naturvårdsverket. (2018). *Att göra mer med mindre - Nationell avfallsplan och avfallsförebyggande program 2018–2023* (6857). <https://www.naturvardsverket.se/OmNaturvardsverket/Publikationer/ISBN/6800/978-91-620-6857-8/>
- Ochoa, M. (2018). *Gestión integral de residuos: análisis normativo y herramientas para su implementación*. Editorial Universidad del Rosario.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=dV1iDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&dq=RE SIDUOS+NO+PELIGROSOS&ots=is61LPNIWb&sig=rX9KdyN-oSP8st9zBHkTYazqXkU>

- Ortega, A., Marín, D., y Castro, N. (2021). *Problemas de la Generación, Disposición y Tratamiento de los Residuos Sólidos en el Municipio de Quibdó, Colombia*. Producción Limpia. 16(2). 179-196. <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v16n2/1909-0455-pml-16-02-179.pdf>
- Parmigiani, M. (2013). *La política de gestión de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Córdoba (Argentina): análisis de sus cambios desde una perspectiva neoinstitucional*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Córdoba. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/25351>
- Pérez, M., y De Jesús, A. (2021). *Plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) para la supertiendas y droguerías olímpica SA 2021*. (Tesis de Pregrado). Universidad de Magdalena. <https://repositorio.unimagdalena.edu.co/handle/123456789/6223>
- Piñero, F. (2011). *La gestión de residuos sólidos en Tokio, París, Madrid y México*. Cuaderno de investigación Urbanística. 1-114. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3874447.pdf>
- Rodríguez, N., y Maya, W. (2017). *Gestión integral de residuos sólidos en la empresa Cyrgo SAS*. Tendencias, 18(2), 103-121. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6231292>
- Rodríguez, A., Mejías, R., y Vindas, C. (2021). *Impacto de las medidas implementadas en la gestión integral de residuos sólidos, en el Tecnológico de Costa Rica*. Revista Tecnología en Marcha, 34(1), 3-15. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0379-39822021000100003&script=sci_arttext
- Rojas, C., Pinzón, G., Avellaneda, C., y Gil, P. (2019). *Buenas prácticas de sostenibilidad en producción y reciclaje de botellas plásticas PET en Bogotá*. (Tesis de Especialización). Universidad EAN. <https://repository.universidadean.edu.co/handle/10882/9659>

- Schamne, A., & Nagalli, A. (2018). *Evaluation of the potential application of the precepts of solid waste reverse logistics to the civil construction sector in Curitiba, Paraná*. International Journal of Environment and Waste Management, 22(1), 24-47.
<https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJEW.2018.094102>
- Sosa, M., y Morales, L. (2022). *Gestión integral de residuos y recursos hídricos en la región noreste del Uruguay*. Cuadernos del Claeh, 41(115), 7-22.
<http://publicaciones.claeh.edu.uy/index.php/cclaeh/article/view/539>
- Swiss Federal Council. (2018). *Environment Switzerland 2018*. www.bafu.admin.ch/er2018
- Tamayo, D., Fragoso, K., y Bastidas, K. (2019). *Diseño de un bono ambiental como estrategia para fomentar el manejo adecuado de los residuos sólidos en el sector Viento Libre del municipio de Tumaco*. (Tesis de Especialización). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/27552>
- The Danish Government. (2013). *Denmark without waste. Recycle more – incinerate less*.
<https://dakofa.com/element/denmark-without-waste-recycle-more-incinerate-less/>
- Vilca, K., Rodríguez, S., Atarama, U., Cueva, C., Concha, W., Atausupa, M., y Gosgot, W. (2022). *Pirólisis: una revisión de conceptos y aplicaciones en la gestión de residuos sólidos*. Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable, 6(1), 43-56.
<http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/854>
- Villegas, V., y Laines, J. (2017). *Vermicompostaje: I avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos*. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 8(2), 393-406.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342017000200393&script=sci_arttext

	<p>MAESTRÍA EN ECONOMÍA MAESTRÍA EN ECONOMÍA APLICADA</p>	<p>Página 128 de 128</p>
---	---	------------------------------

Yukalang, N., Clarke, B., & Ross, K. (2017). *Barriers to effective municipal solid waste management in a rapidly urbanizing area in Thailand*. International journal of environmental research and public health, 14(9), 1013. <https://www.mdpi.com/221656>