

Problemas de la Generación, Disposición y Tratamiento de los Residuos Sólidos en el Municipio de Quibdó, Colombia¹

Angie Tatiana Ortega Ramírez², Diego Fernando Marín Maldonado³, Nelly Elmira Castro⁴

Resumen

La gestión integral de los residuos sólidos constituye un desafío enfocado al cuidado y preservación del medio ambiente; teniendo en cuenta que la mayoría de la población no realiza una separación en la fuente de manera adecuada. En este sentido, el municipio de Quibdó no es ajeno a dicha situación, pues además de la falta de cultura ciudadana reflejada en una inadecuada separación en la fuente, se suma la deficiencia en materia de disposición final de residuos, llevada a cabo en el botadero a cielo abierto “Marmolejo”, ocasionando importantes impactos negativos sobre el medio ambiente y la salud pública. El presente artículo recopila información sobre las

principales fuentes de generación, el manejo y la disposición final de los residuos sólidos llevada a cabo actualmente en Quibdó; enfocándose en identificar la problemática actual y los principales retos que tiene el municipio en materia de manejo de residuos, así como también los diferentes procesos y programas que se desarrollan encaminados a una adecuada gestión y/o aprovechamiento de los desechos producidos, lo que permitiría considerar la identificación e implementación de alternativas para la el desarrollo de procesos de economía circular y por ende la generación de empresas sostenibles en la región.

Palabras clave: Aprovechamiento de residuos, disposición final, generación de residuos, gestión de residuos, residuos sólidos.

1 Artículo de Revisión derivado del proyecto Evaluación de estrategias sostenibles para la preservación de los recursos suelo, agua y aire por actividades antrópicas. Grupo Investigación Gestión Ambiente y Sostenibilidad, GIGAS. Código Registro: IIA00122020. Ejecutado entre noviembre 2020 a diciembre 2022. Financiado por la Fundación Universidad de América.

2 Msc. Gestión Ambiental para la Competitividad. Especialista en Gerencia de Proyectos. Profesora Facultad de Ingenierías y Facultad de Educación Permanente y avanzada. Fundación Universidad de América. ORCID: 0000-0002-6364-8432

3 Ingeniero Químico e Ingeniero de Petróleos. Investigador en Pure Earth. Candidato a Especialización en Gestión Ambiental. Fundación Universidad de América. ORCID: 0000-0003-4928-211X

4 Ingeniera Agroforestal. Candidata a Maestría en Gestión Ambiental. Fundación Universidad de América. ORCID: 0000-0001-5598-7074

Autor para Correspondencia: Angie Tatiana Ortega Ramírez, E-mail: angie.ortega@profesores.uamerica.edu.co
Recibido: 15/05/2021 Aceptado: 06/12/2021

*Los autores declaran que no tienen conflicto de interés

Problems of Generation, Disposal, and Treatment of Solid Waste in the Municipality of Quibdó, Colombia

Abstract

The integrated management of solid waste is a challenge focused on the care and preservation of the environment, taking into account that most of the population does not adequately separate waste at the source. In this sense, the municipality of Quibdó is no stranger to this situation, because in addition to the lack of citizen culture reflected in an inadequate separation at the source, there is also the deficiency in the final disposal of waste, carried out in the open dump “Marmolejo”, causing significant negative impacts on the environment and public

health. This article compiles information on the main sources of generation, management and final disposal of solid waste currently carried out in Quibdó; focusing on identifying the current problems and the main challenges that the municipality has in terms of waste management, as well as the different processes and programs that are developed aimed at an adequate management and/or use of the waste produced, which would allow considering the identification and implementation of alternatives for the development of circular economy processes and therefore the generation of sustainable enterprises in the region.

Keywords: Waste utilization, final disposal, waste generation, waste management, solid waste.

Problemas de Geração, Eliminação e Tratamento de Resíduos Sólidos no Município de Quibdó, Colômbia

Resumo

A gestão integrada dos resíduos sólidos constitui um desafio centrado no cuidado e preservação do ambiente, tendo em conta que a maioria da população não separa adequadamente os resíduos na fonte. Neste sentido, o município de Quibdó não é alheio a esta situação, pois para além da falta de cultura cidadã reflectida numa separação inadequada na fonte, existe também uma deficiência na eliminação final dos resíduos, realizada na lixeira “Marmolejo”, causando impactos negativos significativos sobre o ambiente e a saúde pública. Este artigo

compila informação sobre as principais fontes de geração, gestão e eliminação final dos resíduos sólidos actualmente realizadas em Quibdó, centrando-se na identificação dos problemas actuais e dos principais desafios que o município enfrenta em termos de gestão de resíduos, bem como dos diferentes processos e programas que estão a ser desenvolvidos com vista a uma gestão e/ou utilização adequada dos resíduos produzidos, o que permitiria a identificação e implementação de alternativas para o desenvolvimento de processos de economia circular e, conseqüentemente, a geração de empresas sustentáveis na região a considerar.

Palavras-chave: Recuperação de resíduos, eliminação final, produção de resíduos, gestão de resíduos, resíduos sólidos.

Introducción

La Organización de las Naciones Unidas define los residuos sólidos como aquel desecho procedente de alguna actividad, ya sea de carácter humano o por alguna acción de un ser vivo. Por ende, trae como consecuencia la formación de desechos, la cual no puede ser degradada por la naturaleza (ONUDI, 2007). Al emplear el término desecho, se hace alusión a un material cuyo origen es indeterminado, el cual obtuvo un tiempo de vida útil limitado y que luego de ser empleado, se cataloga como un desperdicio (Echarri, 1998). Estos sobrantes sólidos se caracterizan por no contener una alta humedad dentro de su composición, lo que quiere decir que no utilizan cuerpos acuáticos como medio de transporte (Bustos C., 2009).

Para lograr clasificar los residuos sólidos, es necesario aclarar que en todos los países varía su distinción. Según La Organización Panamericana de la Salud (OPS), los sobrantes en estado sólido reciben una caracterización dependiendo de qué tan fermentables sean. Basándose en lo anterior, estos reciben dos asignaciones, orgánicos o inorgánicos. Se entiende por orgánicos, aquellos desechos que tienen una rápida degradación y que en consecuencia generan olores fuertes (Aye & Widjaya, 2006). Mientras que los residuos inorgánicos sufren una desintegración lenta y tienden a no ser biodegradables. Por ende, para alcanzar su descomposición, es necesario implementar métodos artificiales y mecánicos como la incineración y la oxidación química forzada (Baquero, 2018). No obstante, cuando su

designación se caracteriza según el grado de inflamabilidad, se catalogan como combustibles o no combustibles.

Los residuos sólidos están compuestos de material plásticos, agentes generadores de combustión, papel, textiles, madera, metales y vidrio (Arellano & Guzman, 2011). Ya nivel doméstico, los desechos producidos en su mayoría son alimentos biodegradables los cuales son denominados basuras municipales. Además de ello, también se evidencia la generación de desechos que tienen una desintegración natural, lo que permite que perduren en un intervalo de tiempo a largo plazo (Bustos C., 2009).

Cuando se habla de residuos peligrosos, se debe tener en cuenta que poseen características corrosivas, explosivas, inflamables, infecciosas, radioactivas, reactivas y tóxicas para el medio ambiente y para la supervivencia de los seres vivos. Dentro de esta categorización, existen los residuos peligrosos, estos se encuentran en envases, empaques o embalajes (Leiton & Maya, 2017). Por otro lado, los residuos no peligrosos son aquellos sobrantes que no representan ningún riesgo para la salud ni para el medio ambiente. Dentro de ellos se encuentran los reciclables, los cuales tienen una desintegración fácil y pueden volver a ser empleados nuevamente dentro de un proceso productivo (Leiton & Maya, 2017)

Los desechos plásticos poseen una diversidad de materiales, los cuales les brindan la capacidad de ser modelados de distintas formas. Este material es proveniente de un 5 a 7% del petróleo. El plástico, posee una estructura inorgánica de

alta durabilidad. En promedio, se estima que puede tener una vida útil de 100 a 1000 años; esto varía dependiendo del tipo de plástico (Téllez, 2012), para saber ello, es necesario conocer sus características química, físicas y microbiológicas (Avendaño, 2015).

En cuanto a la degradación de estas cadenas poliméricas, se determina que es paulatina, lo que ambientalmente repercute en serias consecuencias, debido a que su crecimiento económico es alto, por lo que sus residuos son nocivos (Leff, 2007), ya que su presencia es una gran amenaza para la biodiversidad marina, porque los puede herir al punto de llevarlos a la muerte. En estimaciones realizadas, se determina que al menos 267 especies se han enredado o han confundido estos desperdicios con comida (Barnes, Galgani, Thompson, & Barlaz, 2009).

Por otra parte, los desechos plásticos sirven como canales de transporte para la liberación de otros contaminantes que afectan al medio ambiente. En el caso de los rellenos sanitarios, al tener la presencia de este agente, se expulsan aditivos o elementos que deterioran la calidad del entorno (Teuten, 2009)

Como asegura Brundtland en su informe sobre el desarrollo sostenible, está en manos de la humanidad asegurar el desarrollo sostenible, es decir, asegurarse en satisfacer las necesidades del presente sin comprometer a las generaciones futuras (Payé, 2021); esto se logra mediante la implementación de prácticas de economía circular. No obstante, una cantidad considerable de residuos sólidos generados en Colombia actualmente, no pueden ser reutilizados debido a la falta

de educación de los consumidores que no realizan actividades básicas de separación en la fuente.

Aunque se han diseñado estrategias para el tratamiento de residuos sólidos en el mundo, el volumen de reducción no alcanza los niveles deseados, debido a la complejidad de su desarrollo, ya que puede resultar contradictorio con otros objetivos ambientales que prometen mejorar la calidad del aire y agua, pero, es inevitable sin la generación de residuos (Escrig, 2008). No obstante, toda actividad industrial genera subproductos indeseables, es decir, residuos que pueden o no ser peligrosos, pero, según su naturaleza, se deben gestionar y disponer correctamente con el fin de mitigar el efecto, en lo posible, en la calidad de vida de los seres vivos y el entorno (Expansión MX, 2008).

Ante este panorama se hace necesario la implementación de programas o proyectos para el aprovechamiento de estos residuos, especialmente los plásticos, en miras de mitigar la problemática ambiental, crear oportunidades de negocio, generar empleo y a su vez obtener una fuente significativa de ingresos económicos que beneficie a la población local. Se estima que la generación de residuos plásticos tendrá un aumento del 4 % anualmente, esto quiere decir que se producen 60 millones de toneladas/año de los cuales, el 50 % lo produce Estados Unidos y la producción de plástico restante se distribuye entre Europa, Japón y el continente americano (Arandes, Bilbao, & López, 2004). Los residuos plásticos están principalmente compuestos de polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS), cloruro de polivinilo (PVC),

polietilentereftalato (PET), poliestireno-butadieno (PS-BD) y polimetacrilato de metilo (PMMA) (Molgaard, 1995).

Chocó, es un departamento de Colombia ubicado en la región del pacífico (Chocó, 2015), cuya capital es Quibdó (CITUR, 2019); este municipio limita por el norte con el municipio de Medio Atrato, por el sur con los municipios de Río Quito y Lloró, por el oriente con el municipio de El Carmen de Atrato, por el nororiente con el departamento de Antioquia, por el occidente con el municipio del Alto Baudó. Tiene un área de 3.337,5 km² y se encuentra entre 43 y 53 m.s.n.m (Chocó, 2015). Este municipio se caracteriza por tener un botadero a cielo abierto denominado Marmolejo y su mala gestión de los residuos sólidos, principalmente, los plásticos.

La inexistencia de soluciones adecuadas y eficientes para la gestión, el tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos plásticos, potencian el incremento de riesgos ambientales y aumenta la probabilidad de la contaminación relacionada con los mismos (Melo, 2014). El presente es un estudio que busca generar información a partir de la identificación de las principales fuentes de generación de residuos plásticos en el municipio de Quibdó, los tipos de tratamiento aplicados, métodos de aprovechamiento utilizados y posibles estrategias de mercado para la recuperación y/o comercialización de estos materiales dentro del territorio nacional e internacional.

Materiales y Métodos

Se realizó una revisión bibliográfica por medio de las bases de datos: Google

Scholar, EBSCO HOST, Science Direct; y otros documentos correspondientes a Planes de Manejo Ambiental por parte de las entidades gubernamentales encargadas de la gestión ambiental del municipio de Quibdó. Se aplicaron filtros para la obtención de documentos, los cuales son principalmente: la fecha de publicación, el idioma y los tesauros. Con respecto a la fecha de publicación, se busca que sea información en un lapso de 10 años con respecto a la actualidad, sin embargo, algunos estudios y documentos considerados pertinentes, salen de este filtro y se considera si es realmente necesaria incluirla o no; el idioma escogido es español e inglés; y con respecto a los tesauros, se decide emplear las palabras clave, agregando la palabra “Quibdó” para tener mayor precisión en la búsqueda de información. Teniendo en cuenta lo anterior, se obtuvo un total de 53 referencias bibliográficas que apoyan la información contenida dentro de la presente publicación. De este número, el 9,43 % corresponde a referencias en inglés, la cual no está relacionada directamente con el diagnóstico de la gestión de residuos actual en Chocó, sino que apoya los datos de población mundial y la teoría del ciclo de los residuos sólidos urbanos.

Para los resultados se tratan las etapas que conforman el ciclo de los RSU -Residuos Sólidos Urbanos, por sus siglas en español-. Dichas etapas son: la generación, la separación, recolección y transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos. A partir de la revisión, se caracterizan las etapas de gestión de residuos sólidos en el municipio de Quibdó.

Resultados

Los residuos sólidos constituyen en la actualidad uno de los problemas ambientales más serios, derivados de las actividades productivas y de consumo (Caicedo, 2002). Algunos de los factores que contribuyen al agravamiento durante las últimas décadas incluyen: el aumento de la producción agropecuaria y ganadera, la cual aumenta la producción de desechos, que son cada vez más difíciles de descomponer o absorber de forma natural por el planeta (Agencia Extremeña de la Energía, 2014), adicional a esto, el papel del hombre como productor y consumidor sin preocupación por el reciclaje o descomposición de estos materiales. No obstante, algunas veces, estos residuos son aprovechados mediante métodos de quema directa para la producción de energía, o pueden ser tratados a través de procesos mecánicos o térmicos para la obtención de biocombustibles sólidos tales como el carbón vegetal, las briquetas o los pellets (FAO, 2014), aclarando que estos tratamientos aumentan la densidad energética de los residuos, lo cual los hace más aptos para el consumo de energía comparado con la quema directa de biomasa; otro de los efectos que ha producido el aumento de los residuos sólidos en el mundo es la sobrepoblación, pues, se ha producido un aumento del 78 % con respecto al año 2000 (Worldometer, 2021), hasta llegar a la cifra actual de 7838 millones de habitantes (TRT, 2021), Siendo Asia y África los continentes más poblados del mundo con una cantidad de 4700 millones y 1300 millones de personas

respectivamente (Naciones Unidas, 2021). Al respecto se estima una producción anual de más de 2100 millones de toneladas de residuos, siendo reciclado solo el 16 % (BBC, 2019).

En Colombia, el DANE reportó para el año 2012 una producción de 456 kilogramos de residuos sólidos per cápita, y para el año 2018 un aumento de hasta 515 kilogramos por habitante. Sin embargo, el aprovechamiento se mantiene entre el 40 y el 50 % desde el 2012 hasta hoy en día (DANE, 2020). Actualmente, en Colombia se generan aproximadamente 26.975 toneladas de residuos sólidos domésticos al día. De estos, cerca del 40 % podrían aprovecharse (La República, 2019), pero según la Misión de Crecimiento Verde del Departamento Nacional de Planeación, solamente se recicla el 17 % (Departamento Nacional de Planeación y Banco Mundial, 2015). Adicional a esto se estima que la generación de residuos aumentará en un 13,4 % para el año 2030 (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

Para abordar el tema de la gestión de los residuos sólidos, la **Figura 1** muestra la gestión de residuos sólidos urbanos (Rondón et al., 2016).

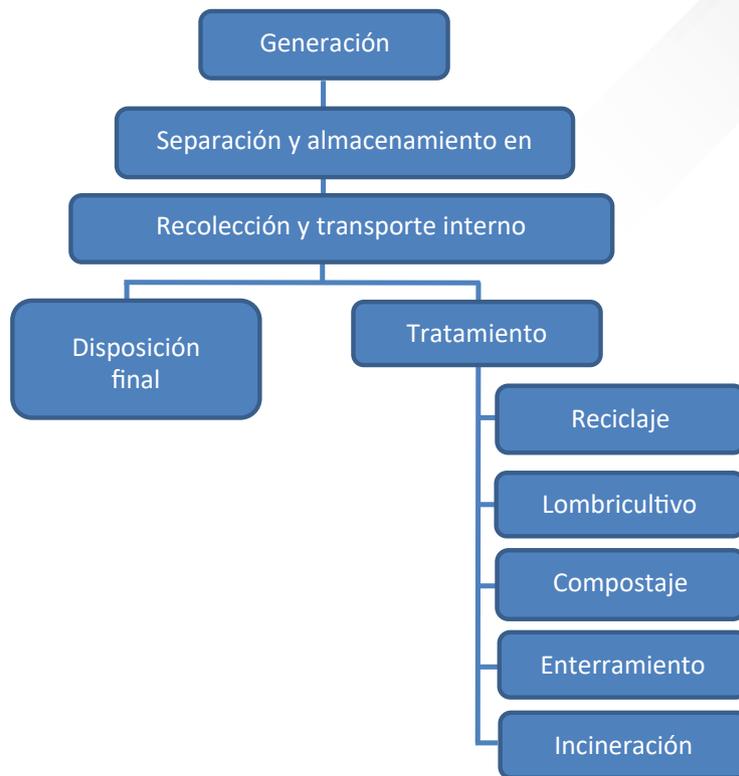


Figura 1. Gestión de los residuos sólidos urbanos

Fuente: Elaborado por los autores, adaptado de Rondón, SZantó, Pacheco, Contreras y Gálvez, 2016.

Este esquema parece ser el más apropiado a la hora de hablar de gestión de los residuos sólidos urbanos, ya que permite definir el paso a paso desde la generación hasta su disposición final. En algunos casos no se contempla el uso de tratamientos para los residuos sólidos y por esta razón se disponen en botaderos a cielo abierto, por ejemplo, luego de la recolección y transporte. Pero en lugares donde se ha brindado la atención necesaria sobre la problemática de la disposición sin tratamiento, se han generado diferentes estrategias que permiten un mejor aprovechamiento de estos residuos y el incentivo a convertir la economía lineal en economía circular.

Teniendo en cuenta las etapas expuestas en la **Figura 1**, se explica cómo se llevan a cabo cada una de ellas en el municipio de Quibdó.

Generación de Residuos Sólidos Plásticos en Quibdó

La generación de residuos abarca la producción de desperdicios sólidos por medio de actividades industriales y de consumo particular (Bustos, 2013). En Colombia el plástico es el segundo tipo de residuo sólido más generado después de los residuos de alimentos con un 13 % y 81 % respectivamente (Jaramillo, 2008).

Por otro lado, según la información derivada del Censo Nacional de Población y Vivienda de 2018 por el DANE, el Municipio de Quibdó cuenta con 129.237 habitantes, los cuales producen 77 toneladas diarias de residuos sólidos urbanos, lo que resulta en un total de 28.234 toneladas anuales (Chalá, 2018). Dentro de estos desechos, aproximadamente el 87 % corresponde a residuos orgánicos, seguido del 6 % para bolsas de plástico, el 5 % para plástico (Peak, PVC, principalmente), y siendo el resto materia como chatarra, archivo, aluminio, bronce, entre otros (Chalá, 2018). De dicha cantidad de residuos, cerca del 28 % y el 33 % son susceptibles a ser reciclados y tratados, lo cual se traduce en 25,08 toneladas diarias (Blanquiceth, 2016), que al ser vendidas, traen beneficios sociales, económicos y ambientales para la ciudad de Quibdó, puesto que, al implementar un modelo de economía circular sostenible contribuye positivamente a disminuir la carga de los botaderos, promoviendo la mitigación del impacto generado por los residuos sólidos (Lluch, 2020).

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 (Blanquiceth, 2016).

Separación en la Fuente y Almacenamiento

Para hacer la separación de los residuos sólidos desde la fuente, se requiere educar a la persona que los genera, afirmando que al adquirir el nuevo hábito de separar los residuos entre orgánicos y reciclables salvará al planeta. Los residuos sólidos se caracterizan según su composición en: cartón, vidrio, papel, metal, materia orgánica y plásticos; para su clasificación adecuada se ha contado con guías y códigos emitidos por el gobierno nacional, lo cual ha generado en la población confusiones a la hora de depositar dichos residuos en la caneca correcta, en ese orden, con el propósito de facilitar el proceso de separación en la fuente para la ciudadanía, el gobierno nacional emitió un nuevo código de separación a partir de la resolución 2184 de 2019 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, resolución que establece el color verde para residuos orgánicos aprovechables, el blanco para residuos aprovechables (plástico, vidrio, metales, papel y cartón entre otros) y el negro para los residuos no aprovechables. obstante, el plástico cuenta con otras clasificaciones como se observa en la *Tabla 1* (Ojeda, 2019)

Tabla 1. Clasificación internacional de los residuos plásticos

Nombre	Sigla	Usos
Poliétileno tereftalato	PET	Botellas para bebidas, aceite y otros alimentos
Poliétileno de alta densidad	PEAD/HDPE	Envases y botellas para productos de limpieza Membranas impermeabilizantes
Policloruro de vinilo	PVC	Cañerías, electrónica
Poliétileno de baja densidad	PEBD/LDPE	Bolsas, separadores, guantes
Polipropileno	PP	Tapas de botellas
Poliestireno	PS	Vasos y recipientes para alimentos, aislantes
Otros	-	Policarbonato (PC), nailon, acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), entre otros

Fuente: Elaborado por los autores, adaptado de Ojeda, 2019.

Hace falta capacitar a las personas sobre el uso de las canecas, puesto que se generan dudas sobre la caneca en la que se debe depositar un residuo según su clasificación (Briganti, Díaz, & Vergara, 2003). Pese a ello, se debe capacitar al personal de empresas de reciclaje en la separación de residuos por subcategoría siempre y cuando sea necesario, como en el caso de los plásticos.

Con respecto al almacenamiento temporal, de acuerdo con el Decreto 2676 del año 2000, el generador del residuo debe almacenar temporalmente sus residuos, con un carácter previo al aprovechamiento o disposición final de los mismos.

Recolección y Transporte

El servicio público de aseo en el municipio de Quibdó solo se presta en el área urbana, con una cobertura del 92,4 %

(Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2019). 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 (Chalá, 2018). Se cuenta con cinco vehículos que prestan el servicio a lo largo de las seis comunas de Quibdó, a través de 18 microrutas.

Además del servicio público de aseo, también está la presencia de empresas prestadoras de servicios para el Manejo de Residuos Sólidos en el municipio de Quibdó. Dichas empresas cuentan con el aval de la autoridad ambiental CODECHOCÓ. La Tabla 2 muestra las empresas de reciclaje presentes en Quibdó (Bienestar Familiar, 2017).

Tabla 2. Empresas prestadoras de servicios de recolección de residuos sólidos en Quibdó

Nombre del establecimiento	Descripción de actividad	Disposición final
Córdoba Sánchez Mario Edgar	Reciclan plásticos, vidrios, cartones, concha de plátano, cáscara de huevos, bolsa de arroz, pitillos y toda actividad lícita.	Transportados hasta las instalaciones de la empresa ASEI S.A.S. en la ciudad de Medellín
Recicladora Tomas Pérez	Reciclan plásticos, vidrios, cartones, papel, chatarras entre otros.	Transportados hasta las instalaciones de la empresa ASEI S.A.S. en la ciudad de Medellín.
COOPRUQ	Reciclan plásticos, vidrios, cartones, papel, chatarras entre otros.	Transportados hasta las instalaciones de la empresa ASEI S.A.S. en la ciudad de Medellín.
Otalvaro Cardona Juan David	Compra y venta de aluminio, cobre, hierro, cartón, plomo, vidrio, baterías, plásticos.	Transportados hasta las instalaciones de la empresa ASEI S.A.S. en la ciudad de Medellín.

Fuente: Adaptado por los autores de Bienestar Familiar, 2017.

Tratamientos

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 (UPME, 2000). Dentro de los tratamientos de los residuos sólidos plásticos hay 5 principales métodos: reciclaje, compostaje, lombricultivos, incineración y enterramiento de residuos, 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 (Chalá, 2018). 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 (Chacón, 2019).

- **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 (Somarriba & Talavera, 2004).

Se puede vender un 15 % de los residuos de Quibdó como reciclable y se convierte en abono el 70 %. Este proyecto es clave para el sector de los residuos sólidos para cumplir la meta del Acuerdo de París para reducir las emisiones de los gases producidos en Marmolejo para el año 2030 (Semana, 2017).

- **Compostaje:** El compostaje es un proceso natural biooxidativo, cuyo material está libre de patógenos y se disponen en la agricultura como abono de suelos (Román, Martínez, & Pantoja, 2013). 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 (Chacón, 2019).

Disposición Final de Residuos Sólidos en Quibdó

En los años 90's la Alcaldía Municipal, las empresas de servicio de aseo y las instituciones educativas de Quibdó no generaban interés por enseñar sobre educación ambiental y generar una cultura del reciclaje, por lo que los porcentajes de reciclaje solo alcanzaban el 0,32 %. En el 2006 se liquidó Empresas Públicas de Quibdó (EPQ) y se firmó el convenio con Empresas Públicas de Medellín, a partir de esta época

se fomenta la educación en el buen manejo de residuos sólidos con el apoyo de la Alcaldía del municipio, sin embargo, el alcance era de apenas 10,6 % para la población capacitada. A partir del año 2010 se emiten políticas para apoyar a los recicladores, en vista de que la Alcaldía Municipal comienza a ver el desarrollo social, económico y ambiental detrás de esta actividad. (Chalá, 2018)

Los residuos de Quibdó solían ser llevados al botadero a cielo abierto Marmolejo, el cual, opera desde el año 1990 (Chalá, 2018). Según el Departamento Nacional de Planeación reporta que recibía 71,64 toneladas diarias de material en el año 2017 (Marú, Quintero, Beltrán, & Hernández, 2018). Sin embargo, para el año 2018 se reporta un incremento en la cantidad de residuos a 73,45 toneladas diarias en el botadero Marmolejo (Marú, López, & Beltrán, 2019); y posterior a este año se el DNP reporta 74,91 toneladas diarias recibidas (Camelo, Madrid, Páez, & Pineda, 2020).

Marmolejo contó con licencia ambiental emitida por la CAR para el Desarrollo Sostenible del Chocó – CODECHOCÓ, mediante la Resolución 124 de 2008 para el cierre del botadero y construcción de un relleno sanitario para disponer residuos de Quibdó, Atrato y Lloro. Para esto, el Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo –FONADE– asignó un presupuesto de 1.000 millones de pesos para el municipio de Quibdó (Chalá, 2018). Finalmente, el cierre técnico del botadero Marmolejo se hizo realidad desde el 2 de septiembre de 2020 y se extiende hasta el año 2024 (Pardo, 2020). Actualmente los corregimientos no cuentan con sitios aptos para disponer

residuos sólidos y los sitios de disposición final terminan siendo las fuentes hídricas cercanas por descarte (Chalá, 2018).

Según el Plan de Ordenamiento Territorial -POT, por sus siglas en español-, se ha incluido un terreno para la disposición y manejo de residuos sólidos. Sin embargo, también existiría la posibilidad de apoyar el proyecto regional con participación en los municipios de Lloro y Atrato (Chalá, 2018).

Para el tratamiento de los residuos sólidos en Quibdó, existe el Programa de Manejo de Residuos Regional Chocó, el cual menciona a las empresas de servicios de recolección de residuos y reciclaje de estos, además de los procesos de recolección y gestión de dichos residuos. Sin embargo, este proceso también se apoya de empresas que prestan servicios de recolección y transporte de residuos sólidos (ver *Tabla 2*) para reciclar, los cuales principalmente transportan el material para Medellín.

Chocó cuenta con 5 rellenos sanitarios principalmente (Marú, Quintero, Beltrán, & Hernández, 2018); entre ellos, 4 son botaderos a cielo abierto, y uno de ellos es Marmolejo, el cual era el sitio de disposición final de residuos sólidos en el municipio de Quibdó, siendo el más grande de la región (Pardo, 2020). Este era operado por Empresas Públicas de Quibdó E.S.P. y recibía 2.150 toneladas mensuales de residuos (Marú, Quintero, Beltrán, & Hernández, 2018).

Estrategias Actuales para la Gestión de Residuos Sólidos

Actualmente Quibdó es uno de los municipios más pobres de Colombia. Aproximadamente el 46 % de su población vive en condiciones de pobreza extrema, y tiene uno de los índices de desempleo más altos en Colombia. Sin embargo, la Fundación Manejo Integrado del Medio Ambiente, o MIMA, ha impulsado el desarrollo económico de Quibdó desde el año 2015 mediante el tratamiento de residuos sólidos para la venta de humus de lombriz para compostaje (Chacón, 2019).

La Alcaldía del municipio de Quibdó con el apoyo de Aguas del Atrato – EPM, CODECHOCO, SENA y la Facultad de ingeniería ambiental de la Universidad Tecnológica del Chocó desarrolló dos programas para capacitar a la comunidad quibdoseña en el buen manejo y disposición de residuos sólidos (Chalá, 2018). También se han impulsado programas en el municipio de Quibdó como “Quibdó día del cuidado” creado en el 2015, con el objetivo de desarrollar un cambio de actitud en la cultura ciudadana, para fomentar el equilibrio ambiental entre el consumo y aprovechamiento de residuos, lo cual mejora la calidad de vida de la población de Quibdó y sus habitantes. Si bien no trata a los residuos sólidos plásticos, si ayuda a mitigar el daño ambiental, ya que capacita a las personas para que aprendan a separar los residuos plásticos en la fuente (Chalá, 2018). Otro de los programas, denominado “Quibdó te quiero limpia”, cuyo objetivo es la recuperación integral del territorio influenciado directamente por el botadero

a cielo abierto Marmolejo; esto implica la disminución del nivel de vulnerabilidad de comunidades, mejorando su calidad de vida al conservar y proteger los ecosistemas que las integran y generar un espacio de trabajo articulado entre comunidades. A través de “Quibdó te quiero limpia” se capacitaron a 402 comerciantes del centro de Quibdó, 217 vendedores de la plaza de mercado y 110 vendedores de Alameda Reyes; además, se desarrollaron jornadas de limpieza y capacitación en 3 instituciones educativas, el centro penitenciario Anayancy y 24 barrios de Quibdó; siendo, en este último, 649 habitantes capacitados por modalidad de puerta a puerta. En su marco, la Secretaría de Medio Ambiente y la Fundación Sonrisas de Colores, junto con el apoyo de Aguas del Atrato – EPM, SENA, la policía ambiental, el ejército nacional y CODECHOCO desarrollaron el proceso de implementación de comparendo ambiental, llevando acciones preliminares como capacitaciones a personal de la policía nacional y entrega de comparenderas a los mismos. (Chalá, 2018)

Conclusiones

De acuerdo con la información obtenida para la generación de este artículo es claro que el principal residuo generado en el municipio de Quibdó son los residuos orgánicos, lo cual nos permite deducir que el sector con mayor generación de residuos sólidos del municipio es el residencial; de otra parte se hace necesario profundizar en la caracterización de los residuos para entender la dinámica en la generación de estos y evidenciar el desperdicio de alimentos que

se puede estar presentando en los hogares del municipio.

De las 28.234 toneladas de residuos sólidos generados anualmente en el municipio de Quibdó 3.106 toneladas corresponden a material plástico (Chalá, 2018), de estos la mayor proporción corresponden a bolsas plásticas. Lo anterior brinda oportunidades en el marco del propósito de este estudio en el sentido de generar estrategias de recuperación y comercialización, toda vez que en la actualidad existe una marcada tendencia por el reciclaje de material plástico debido a su alto impacto sobre el medio ambiente y especialmente sobre los ecosistemas acuáticos. En ese orden de ideas se identifican alternativas como la de la madera plástica cuyo mercado a nivel mundial presenta una tendencia creciente, por su durabilidad frente a la madera natural y porque adicionalmente, presenta impactos positivos en el sentido que por un lado permite el reciclaje del plástico desechado y por otro reduce la tala de bosque natural. Una actividad que puede traer consigo múltiples beneficios ambientales, sociales y económicos en una región que requiere de apuestas políticas, y productivas desde el enfoque de la triple cuenta para lograr procesos de desarrollo sostenibles.

Para poder avanzar en el propósito de generar alternativas de aprovechamiento utilizados y posibles estrategias de mercado para la recuperación y/o comercialización de estos materiales dentro del territorio nacional e internacional, se hace necesario e indispensable avanzar en programas de educación ambiental orientados en los procesos de separación en la fuente, una

actividad que debe incluir además de los usuarios a los funcionarios del servicio de aseo, de manera que estas acciones repercuten en reducir la contaminación de los residuos potencialmente reciclables y en ese sentido en aumentar los volúmenes de material que se aprovecha en el municipio por parte de las organizaciones y empresas prestadoras del servicio. Sobre este es evidente el aporte de la educación ambiental en el aumento de los porcentajes de educación, pues el estudio mostró que en los 90's el porcentaje de material reciclado solo alcanzaba el 0,32 % y a partir de las estrategias de educación ambiental implementadas tanto por la administración municipal, como de otras entidades aliadas como la UTCH, Aguas del Atrato, el SENA, CODECHOCÓ junto al trabajo de las organizaciones de recicladores y empresas prestadoras de este servicio, esta cifra ha logrado mejorar significativamente.

Si bien ha habido apoyo en la gestión de los residuos sólidos urbanos en los principales municipios de Quibdó, el reto consiste en brindar un modelo de economía sostenible visto desde la agenda 2030, lo cual implica incentivar con subsidios y exención de impuestos a empresas que transforman el plástico y otros materiales, permitiendo así su reutilización.

Agradecimientos

A Juan Camilo Cely Garzón por brindarnos orientación en el proceso de redacción del artículo.

Referencias

- Agencia Extremeña de la Energía. (2014). *Los residuos ganaderos*. Proyecto FORMATE-BIO. Obtenido de <https://www.agenex.net/images/stories/deptos/los-residuos-ganaderos.pdf>
- Arandes, J., Bilbao, J., y López, D. (2004). Reciclado de residuos plásticos. *Revista Iberoamericana de polímeros*, 5(1), 1-18.
- Arellano, J., y Guzman, J. (2011). *Ingeniería Ambiental*. México: Alfaomega. Obtenido de <https://www.auditorlider.com/wp-content/uploads/2019/07/Ingenieria-Ambiental-Arellano.pdf>
- Avendaño, E. (2015). PANORAMA ACTUAL DE LA SITUACIÓN MUNDIAL, NACIONAL Y DISTRITAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS. *Repositorio UNAD*, 1-112.
- Aye, L., y Widjaya. (2006). Environmental and economic analyses of waste disposal options for traditional markets in Indonesia. *Waste Management*, 26(10), 1180-1191.
- Baquero, C. (2018). GUÍA PRÁCTICA DE MANEJO Y TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS CASEROS, EN LA COMUNIDAD DEL BARRIO BELLA FLOR-LOCALIDAD CIUDAD BOLÍVAR BOGOTÁ. *Universidad Católica de Colombia*, 1-87.
- Barnes, D., Galgani, F., Thompson, R., y Barlaz, M. (2009). *Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments*. The Royal

- Society publishing. doi:<https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0205>
- BBC. (08 de 06 de 2019). *Crisis mundial de la basura: 3 cifras impactantes sobre el rol de Estados Unidos*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-48914734>
- Bienestar Familiar. (2017). *Programa Manejo de Residuos Regional Chocó*. Quibdó: ICBF.
- Blanquiceth, J. (2016). *Sistema ambientalmente sostenible para la gestión de residuos sólidos urbanos del municipio de Quibdó*. Quibdó, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Briganti, J., Díaz, A., y Vergara, I. (2003). *Lineamientos para la separación en la fuente de los residuos sólidos producidos por el sector residencial (estratos 4, 5 y 6) de la ciudad de Cartagena de Indias D. T. Y C*. Cartagena: Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique.
- Bustos, C. (2009). La problemática de los desechos sólidos. *Economía*(27), 121-144. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1956/195614958006.pdf>
- Bustos, D. (2013). *Propuesta para el aprovechamiento de residuos orgánicos en el colegio Summerhill School, empleando el compostaje*. Bogotá D.E.: Universidad Libre.
- Caicedo, Y. (2002). Investigación Aplicada en el Aprovechamiento de los Residuos Sólidos. *Centro de Innovación en Biotecnología Industrial y Biología Molecular*, 5-28.
- Camelo, D., Madrid, N., Páez, E., y Pineda, W. (2020). *Informe de Disposición Final de Residuos Sólidos-2019*. Colombia: Departamento Nacional de Planeación. Obtenido de https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2021/Mar/informe_df_2019_final_22-12-2020.pdf
- Chacón, T. (12 de 02 de 2019). *Quibdó: la ciudad que se ha transformado a sí misma con una planta de compostaje*. Obtenido de <https://distintaslatitudes.net/historias/serie/reciclaje/compostaje-en-quibdo>
- Chalá, I. (2018). *Actualización y ajustes del plan de gestión integral de residuos sólidos del municipio de Quibdó-Chocó 2019-2030*. Quibdó: Alcaldía Municipal de Quibdó. Obtenido de <http://quibdo-choco.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/PGIRS%20Quibdó%202019-2030.%20V3.pdf>
- Chocó. (10 de 02 de 2015). *Información Departamento del Chocó*. Obtenido de Territorio de Étnias: <https://choco.org/informacion-departamento-del-choco/#:~:text=Chocó%20es%20uno%20de%20los,es%20la%20ciudad%20de%20Quibdó>.
- CITUR. (22 de 04 de 2019). *Chocó, Colombia: Guía turística*. Obtenido de Ministerio de Comercio, Industria y Turismo:

- http://www.citur.gov.co/upload/publications/documentos/43.Guias_departamentales_Choco.pdf
- DANE. (05 de 08 de 2020). *Cuenta ambiental y económica de flujos de materiales-residuos sólidos*. Obtenido de Información para Todos: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas_ambientales/cuentas-residuos/Bt-Cuenta-residuos-2018p.pdf
- Departamento Nacional de Planeación. (2016). *Rellenos sanitarios de 321 municipios colapsará en cinco años, advierte el DNP*.
- Departamento Nacional de Planeación y Banco Mundial. (2015). *Estrategia Nacional de Infraestructura*. Bogotá D.C.: Sector Residuos Sólidos.
- Echarri, L. (1998). *Ciencias de la tierra y del medio ambiente*. (U. d. Alcalá, Ed.) España: Universidad de Alcalá. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=5365>
- El Colombiano. (s.f.). *Nuquí, de paraíso natural a botadero de basura*. Defencarga. Obtenido de <https://www.defencarga.org.co/contenido-sis/nuqu%C3%AD-de-para%C3%ADso-natural-botadero-de-basura>
- Escrig, D. (2008). El impacto ambiental de las actividades industriales: el cambio necesario. *UBE Corporation Europe, S.A.*, 55-63. Obtenido de <https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/2520/06escrig.pdf?sequence=1>
- Expansión MX. (01 de 01 de 2008). *Residuos Industriales*. Obtenido de <https://expansion.mx/manufactura/articulos-de-interes/residuos-industriales>
- FAO. (2014). *Bioenergía y Seguridad Alimentaria Evaluación Rápida: Residuos Agrícolas y Residuos Ganaderos*. BEFS. Obtenido de <http://www.fao.org/3/bp843s/bp843s.pdf>
- Jaramillo, G. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. Colombia: Universidad de Antioquia.
- La República. (10 de 01 de 2019). *Colombia podría aprovechar el 40% de las toneladas de residuos que genera anualmente*. Obtenido de Ambiente: <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/colombia-podria-aprovechar-cerca-de-40-de-los-116-millones-de-toneladas-de-residuos-que-genera-al-ano-2813141#:~:text=Actualmente%2C%20en%20Colombia%20se%20generan,-se%20recicla%20alrededor%20de%2017%25>.
- Leff, E. (2007). *Ecología y capital. Racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable*. México: Siglo XXI-México. Obtenido de libreriasiglo.com/ciencias-sociales-y-humanidades/13215-ecologia-y-capital-razionalidad-ambiental-democracia-participativa-y-desarrollo-sustentable.html#.YHnkMOgzBDd

- Leiton, N., y Maya, W. (31 de Agosto de 2017). GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA EMPRESA CYRGO SAS. (U. d. Nariño, Ed.) *Revista Tendencias*, 17(2), 103-121. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/tend/v18n2/v18n2a07.pdf>
- Leiton, N., y Revelo, W. (2017). Gestión Integral de Residuos Sólidos en la Empresa Cyrgo SAS. *TENDENCIAS*, 103-121.
- Lluch, J. (27 de 08 de 2020). *Economía circular para la gestión de residuos*. Obtenido de <https://www.universidadviu.com/co/actualidad/nuestros-expertos/economia-circular-para-la-gestion-de-residuos>
- Marú, A., Quintero, A., Beltrán, C., y Hernández, H. (2018). *Informe de Disposición Final de Residuos Sólidos–2017*. Colombia: Departamento Nacional de Planeación.
- Marú, R., López, A., y Beltrán, C. (2019). *Informe de Disposición Final de Residuos Sólidos–2018*. Colombia: Departamento Nacional de Planeación.
- Melo, A. (2014). Generación de Residuos Sólidos en el Municipio de Galapa (Atlántico) y su Aprovechamiento como Forma de Minimizar la Problemática Ambiental. *INGE CUC*, 89-96.
- Ministerio de Ambiente. (2016). Residuos y áreas verdes. *Ministerio del Ambiente*, 1-36.
- Molgaard, C. (1995). Environmental impacts by disposal of plastic from municipal solid waste. *Resources, conservation and recycling*, 15(1), 51-63. doi:[https://doi.org/10.1016/0921-3449\(95\)00013-9](https://doi.org/10.1016/0921-3449(95)00013-9)
- Naciones Unidas. (2021). *Población*. Obtenido de Desafíos Globales: <https://www.un.org/es/global-issues/population#:~:text=Se%20espera%20que%20la%20población,de%2011.000%20millones%20para%202100>.
- Ojeda, J. (2019). *Generación de residuos de plástico: la importancia de la prevención*. Plataforma de información para políticas públicas de la Universidad Nacional de Cuyo.
- ONUDI. (2007). GUÍA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. *UNIDO*, 1-153.
- Pardo, C. (28 de 09 de 2020). *El adiós de Marmolejo, el último botadero a cielo abierto en una capital*. Obtenido de El Espectador: <https://www.elespectador.com/noticias/nacional/el-adios-de-marmolejo-el-ultimo-botadero-a-cielo-abierto-en-una-capital/>
- Payé, B. (2021). *La importancia de la familia en el cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible*. Lima, Perú: Universidad San Ignacio de Loyola.
- Román, P., Martínez, M., y Pantoja, A. (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor: Experiencias en América Latina*. Santiago de Chile: FAO. Obtenido

- de <http://www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf>
- Rondón, E., Szantó, M., Pacheco, J., Contreras, E., y Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Santiago de Chile: Ministerio de Desarrollo Social de Chile y CEPAL.
- Semana. (30 de 10 de 2017). La lección que Quibdó puede darle a Colombia en el tratamiento de sus basuras. Obtenido de <https://www.semana.com/tratamiento-de-basuras-en-quibdo-una-leccion-que-puede-darle-a-colombia/38879/>
- Somarriba, R., y Talavera, T. (2004). *Guía de lombricultura*. Universidad Nacional Agraria. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/2409/1/nf04s693.pdf>
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2019). *Evaluación Integral de Prestadores Aguas Nacionales EPM S.A E.S.P.* Bogotá D.C: Superintendencia Delegada para Acueducto.
- Téllez, A. (2012). *La complejidad de la problemática ambiental de los residuos plásticos: una aproximación al análisis narrativo de política pública en Bogotá*. Bogotá D.E.: Facultad de Ciencias Ambientales-IDEA. Obtenido de https://patente-envases.webnode.com.co/_files/200000103-5280b5280d/Basuralia%204.pdf
- Teuten, E. (2009). *Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife*. The Royal society publishing. doi:<https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0284>
- TRT. (05 de 04 de 2021). *El mundo entrará en 2021 con una población de 7 mil 837 millones*. Obtenido de <https://www.trt.net.tr/espanol/vida-y-salud/2020/12/22/el-mundo-entra-en-2021-con-una-poblacion-de-7-mil-837-millones-1549535>
- UPME. (15 de 08 de 2000). *Manejo Ambiental de Residuos Sólidos*. Obtenido de http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/guias/plantas/contenid/medidas3.htm
- Worldometer. (05 de 04 de 2021). *World Population by Year*. Obtenido de <https://www.worldometers.info/world-population/world-population-by-year/>